



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

ALECHANIA MISTURINI

**A Temática dos Agrotóxicos: Uma análise em livros  
didáticos de química do ensino médio aprovados no  
Plano Nacional do Livro Didático de 2015**

Florianópolis  
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

ALECHANIA MISTURINI

**A Temática dos Agrotóxicos: Uma análise em livros  
didáticos de química do ensino médio aprovados no  
Plano Nacional do Livro Didático de 2015**

Trabalho de Conclusão de Curso II (QMC 5514) apresentado ao Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carolina dos Santos Fernandes

Florianópolis  
2017

## AGRADECIMENTOS

Sem dúvidas, meu maior agradecimento é direcionado aos meus pais, Ivo Misturini (*in memoriam*) e Maria de Fátima Morelli Misturini, por todo o suporte, auxílio e compreensão ao longo de minha vida e jornada acadêmica.

Agradeço a orientação provida pela professora Carolina dos Santos Fernandes, sua disponibilidade, paciência, ensinamentos e atenção.

A professora Simone Feltrin, do IEE, pelo empréstimo de uma das coleções aqui analisada.

Aos colegas do Grupo de Estrutura Eletrônica Molecular (⟨GE|EM⟩) pela convivência, amizade, paciência e suporte, apesar de todo o *bullying* sofrido durante a confecção dos meus 4 TCCs da graduação (bacharelado e licenciatura em química). Também ao nosso professor e orientador do grupo, Giovanni Finoto Caramori, pela compreensão durante o período que dediquei à realização deste trabalho.

Sou grata aos colegas que enfrentaram comigo os desafios que a graduação em química nos proporciona, em especial para minha colega e grande amiga Mayan Cavalcanti Spach, por toda amizade, parceria e suporte emocional nos momentos mais difíceis que passei ao longo desta trajetória.

Também devo agradecer a estrutura do laboratório do ⟨GE|EM⟩, que me abrigou durante as inúmeras madrugadas em claro redigindo todos estes trabalhos de conclusão de curso, bem como sua maravilhosa cafeteira. Ao meu saco de dormir, que me acompanhou nas poucas horas de sono, quando estive muito longe da minha cama.

A Cooperativa de Cafeicultores e Agropecuaristas de Franca - São Paulo, pelos maravilhosos grãos de café arábica uniformes em tamanho e torra, de sabor intenso e inigualável, que me estimularam até o fim desta jornada e foram cruciais. Também as garrafas de energético 2L que me mantiveram desperta quando já não era capaz de ingerir mais café.

A todos os professores do Departamento de Química da UFSC, que foram agentes ativos para a minha apropriação dos conhecimentos incríveis que a química detém. Foi imensamente motivador aprender com profissionais de tamanha capacitação e dedicação ao ensino e pesquisa.

Às agências de fomento, minha mãe, CAPES e CNPq, pelo apoio durante a graduação.

A todos acima mencionados, minha mais sincera gratidão!

## RESUMO

Este trabalho tem por foco analisar como a temática dos agrotóxicos é explorada nos livros didáticos de Química aprovados no último Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), no que diz respeito à forma e conteúdo. Uma vez que a temática envolve inúmeros âmbitos da sociedade e está presente no cotidiano de todos, deve ser problematizada na educação básica a fim de fomentar a formação crítica dos cidadãos. Devido ao inegável papel do livro didático para seleção e abordagem dos conteúdos que são trabalhados em sala de aula, estes foram o alvo da análise. Foi empregada a Análise Textual Discursiva (ATD) para analisar as coleções, e emergiram categorias nas quais a temática dos agrotóxicos é abordada sob aspectos históricos, conceituais, e envolvendo questões sociais, econômicas e ambientais. As discussões de cunho histórico envolvendo os agrotóxicos apresentam principalmente o histórico do DDT. Os aspectos sociais e econômicos surgem durante os textos, mas as discussões são mais focadas nos impactos ambientais provocados pelos pesticidas. Já a abordagem dos aspectos conceituais se dá principalmente pela apresentação conceitos com pouca interlocução com o contexto.

*Palavras-chave: Agrotóxicos, livro didático, análise textual discursiva, enfoque CTS.*



# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>12</b>
3.1	Objetivo Geral	12
3.2	Objetivos Específicos	12
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>18</b>
5.1	Descrição das Coleções	18
5.1.1	Coleção $A_n$	18
5.1.2	Coleção $B_n$	19
5.1.3	Coleção $C_n$	20
5.1.4	Coleção $D_n$	22
5.2	Análise das Categorias	24
5.2.1	Agrotóxicos à Luz de Discussões Históricas	24
5.2.2	Agrotóxicos à Luz das Relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade	27
5.2.3	Agrotóxicos para Desenvolver Aspectos Conceituais	45
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>50</b>

# 1 Introdução

Quando o homem primitivo tornou-se sedentário devido ao desenvolvimento da agricultura, há cerca de 10 mil anos, passou a viver em comunidades e a preocupar-se em estocar mantimentos (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012). As plantas cultivadas pelo homem não só lhe serviam de alimento, mas também para inúmeros tipos de insetos, roedores, fungos e bactérias. Desde então, foi iniciado o combate destas espécies, consideradas pragas\* por interferirem no bem-estar dos seres humanos (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

A partir da observação, tentativa, erro e inúmeros estudos, vários compostos químicos foram sendo identificados como eficazes no combate e controle de pragas na agricultura, apesar de suas fórmulas e composições químicas até então desconhecidas. Já em 2500 a.C. há relatos do emprego de enxofre no combate a insetos pelos Sumérios. Escrituras gregas e romanas de mais de 3 mil anos reportam o uso do arsênico para os mesmos fins (LUNA; SALES; SILVA, 2011; ALVES, 2002; BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Extratos e compostos orgânicos vegetais também foram utilizados no combate às pragas. Das flores secas de crisântemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), por exemplo, é obtido o piretro, também conhecido como pó da Pérsia. Há relatos de seu uso para o combate de piolhos desde 400 a.C. (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012), e como inseticida pelos Chineses há cerca de 2 mil anos atrás. Este pó era espalhado sobre os grãos estocados nas tendas de armazenamento de cereais dos povos do deserto, ou maços destas flores eram pendurados nas entradas das tendas para servir como repelentes às moscas e mosquitos (ALVES, 2002).

A piretrina (figura 1) presente neste pó teve uso difundido no século XIX. Entretanto, devido à baixa disponibilidade e fotoinstabilidade, seu emprego é voltado apenas em ambientes domésticos, e não na agricultura. Inspirando-se neste composto, foram desenvolvidos os piretróides – que são análogos fotoestáveis – e obtiveram grande sucesso comercial devido a baixa dosagem requerida, baixo impacto ambiental e ampla ação contra artrópodes (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

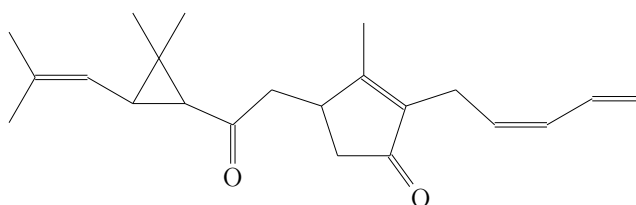


Figura 1: Piretrina, composto orgânico natural usado no combate às pragas.

---

\*Atualmente, estudos de ecologia se utilizam do termo espécies invasoras em substituição ao termo pragas. No entanto, ainda empregaremos tal termo por ser o mais comumente tratado na literatura de modo geral.

Outro exemplo de inseticida botânico é a nicotina (figura 2a), extraída das folhas de fumo (*Nicotiana tabacum*), com utilização desde o século XVII no combate de insetos em jardins. Para o controle de lagartas, um composto isolado das raízes de *Derris elliptica* é empregado desde o final do século XIX, a rotenona (figura 2b) (ALVES, 2002; BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

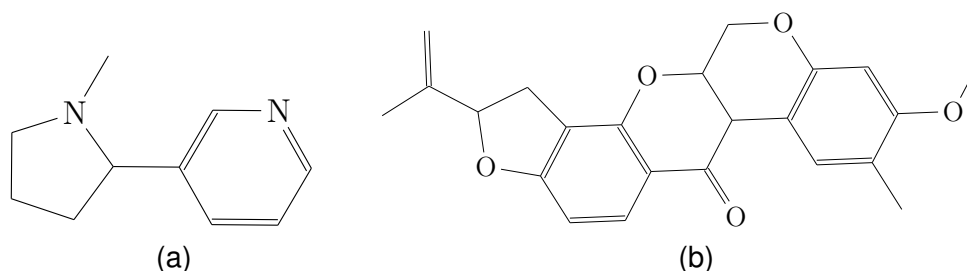


Figura 2: Exemplos de compostos orgânicos naturais usados no combate às pragas: (a) nicotina e (b) rotenona.

Diversos compostos inorgânicos foram sintetizados no final do século XX com objetivo de combater diferentes pragas. O uso do verde-paris (acetoarsenito de cobre) se deu pela primeira vez em 1867 para o controle de um besouro (*Leptinotarsa decemlineata* Say) que atacava a cultura da batata dos Estados Unidos (ALVES, 2002).

Na mesma época, misturas entre cal e sulfato de cobre ou enxofre começaram a ser empregadas pela ação fungicida apresentada. A primeira mistura, também conhecida como calda bordalesa\*, mostrou-se eficaz no combate ao míldio que acometia videiras. Já a segunda, conhecida por calda sulfocálcica\*\*, revelou-se aliada no controle da sarna-da-maçã. Outros compostos inorgânicos foram identificados por suas propriedades bactericidas, como herbicidas seletivos, ou ativos no controle de insetos e formigas. Exemplos destes são, respectivamente, o cloreto de mercúrio, o sulfato ferroso e derivados de fluoretos inorgânicos como o fluoreto de sódio (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012; ALVES, 2002).

Novas práticas agrícolas surgiram durante o desenvolvimento da agricultura no século XVIII, como o uso de maquinário para plantar, colher e processar alimentos, bem como utilização de fertilizantes em larga escala. Reflexos importantes de tais mudanças puderam ser notados já na primeira metade do século XIX, com o agravamento da problemática acarretada por pragas nas plantações (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Estas condições fomentaram os primeiros estudos científicos sistemáticos visando o controle de pragas agrícolas, que deram origem à *primeira geração* dos agrotóxicos (ALVES, 2002; BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

\* A calda bordalesa é utilizada na agroecologia como alternativa aos agrotóxicos atuais, por sua ação fungicida, bactericida e repelente (WEINGARTNER; ALDRIGHI; PERERA, 2006).

\*\* Atualmente a calda sulfocálcica é amplamente utilizada em práticas agroecológicas para o controle de insetos, fungos e ácaros (WEINGARTNER; ALDRIGHI; PERERA, 2006).

Assim, durante o final do século XIX e nas três primeiras décadas do século XX ocorreu um grande avanço no uso de produtos químicos para os fins supracitados. A indústria química desenvolveu comercialmente produtos à base de bórax, cobre, bário, chumbo, mercúrio, cádmio, flúor, arsênico, selênio e sais de cobre e zinco, que foram empregados contra uma grande variedade de pragas, porém com limitada eficácia (ALVES, 2002; LUNA; SALES; SILVA, 2011; BULL; HATHAWAY, 1982).

Devido não apenas à alta toxicidade para humanos e animais, mas sua elevada persistência no meio ambiente – uma vez que solos que tiveram contato com estes compostos podem permanecer contaminados por mais de cem anos – fizeram com que o uso destes agrotóxicos à base de metais tóxicos fosse descontinuado (ALVES, 2002).

No período entre guerras e durante a Segunda Guerra Mundial houve significativo desenvolvimento da indústria de síntese química. Os venenos artificiais orgânicos produzidos em larga escala na Europa e nos Estados Unidos não possuíam fins agrícolas: a exemplo do gás mostarda e o gás de nervos, eram armas químicas de guerra (BULL; HATHAWAY, 1982). Técnicos da indústria de guerra americana trabalharam intensamente no desenvolvimento de substâncias que pudessem ser aplicadas na destruição, por via aérea, das áreas de colheitas dos inimigos (ALVES, 2002).

Assim, uma *segunda geração* de agrotóxicos foi formada pelos primeiros biocidas artificiais originários desta época. Apenas nas décadas seguintes estes viriam a ser aplicados em lavouras do mundo inteiro, devido ao poder letal apresentado frente as pragas da agricultura. Fora tamanho o aquecimento na produção industrial europeia e norte-americana, que até o final dos anos 1940 surgiram centenas de novos compostos de comprovada ação como inseticidas, herbicidas ou fungicidas (ALVES, 2002; BULL; HATHAWAY, 1982).

Um marco importante foi a descoberta da atividade inseticida do 1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano conhecido como DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano, figura 3a). Esse inseticida foi utilizado pela primeira vez em 1943, durante a Segunda Guerra Mundial, para combater piolhos transmissores de tifo exantemático que infestavam tropas norte-americanas na Europa (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012; ALVES, 2002). Outros inseticidas orgânicos sintéticos também foram utilizados na proteção dos soldados perante as pragas transmissoras da doença do sono e malária, típicas das regiões tropicais e subtropicais da África e da Ásia (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

O DDT é classificado como um agrotóxico organoclorado, assim como o aldrin (figura 3b), dieldrin (figura 3c), heptacloro (figura 3d) e BHC (hexaclorociclohexano, figura 3e), também sintetizados na época. Tal classe apresenta elevada toxicidade devido à lipofilicidade que suas estruturas químicas – de características apolares – apresentam, favorecendo o acúmulo em tecidos adiposos de organismos vivos. Já a elevada estabilidade química observada em tais sistemas reflete em uma menor

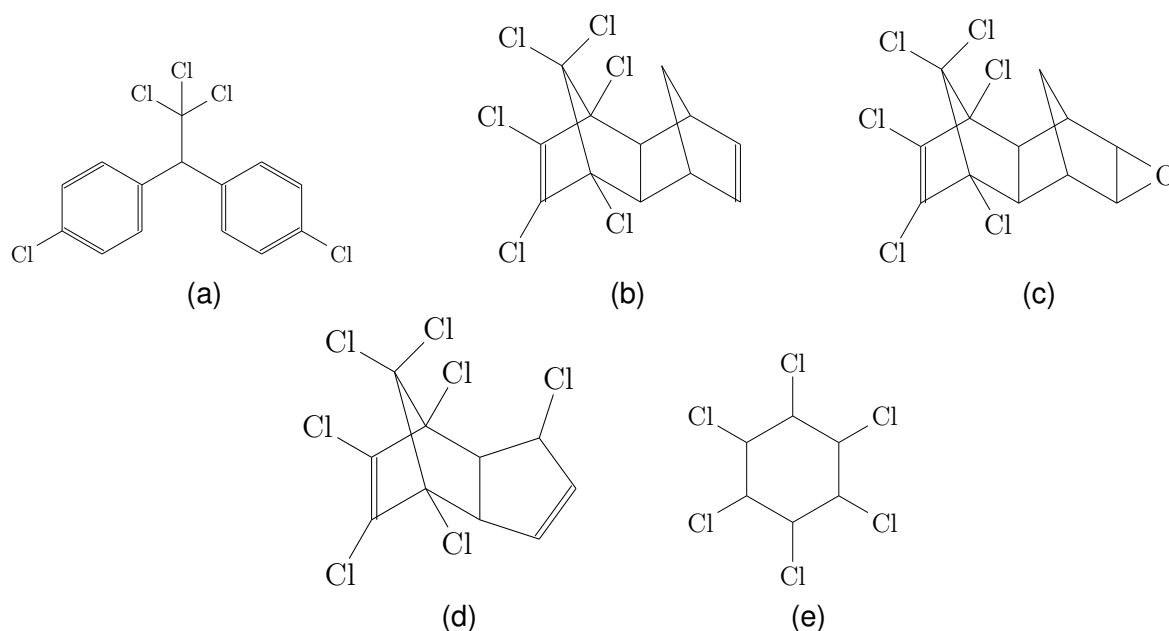


Figura 3: Exemplos de agrotóxicos sintéticos: (a)DDT, (b)aldrin, (c)dieldrin, (d)heptachloro e (e)BHC.

reatividade no meio ambiente, de modo a persistirem aos processos degradativos (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Os problemas advindos do uso generalizado de agrotóxicos chamaram a atenção da comunidade técnica internacional, no final dos anos 1950 e início de 1960, para a necessidade de uma reavaliação quanto a eficácia destes produtos. Intensificadas as denúncias para os efeitos nocivos à saúde humana e ambiental provocados pelo DDT, tal problemática recebeu maior atenção após a publicação do livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa) em 1962. Nele, a pesquisadora americana Rachel Carson relata o impacto sofrido pelas aves devido à exposição ao DDT, também chamado de “elixir da morte” (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012; ALVES, 2002).

Em razão das características dos compostos organoclorados, da resistência adquirida por diversas pragas a esses compostos, bem como alertas sobre os danos à saúde humana e acidentes ambientais, são sintetizados novos compostos: os carbamatos e organofosforados (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012; ALVES, 2002).

A toxicidade aguda dos inseticidas organofosforados é maior que a dos organoclorados, mas, por serem menos persistentes no meio ambiente, requerem um maior número de aplicações para a mesma eficácia obtida com aplicação de organoclorados. O herbicida glifosato (figura 4a) e os inseticidas paration (figura 4b) e malation (figura 4c) são alguns exemplos destes compostos (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Os casos alarmantes de pessoas intoxicadas gravemente, bem como severos impactos ambientais provocados pelos pesticidas comercializados até então, impulsionaram a indústria química na busca por produtos menos tóxicos para o homem e o

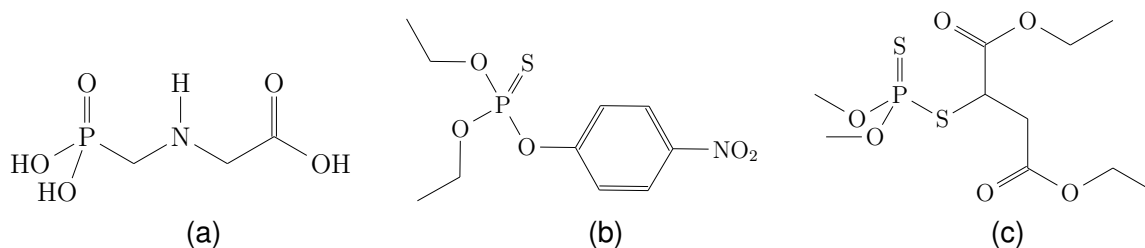


Figura 4: Exemplos de agrotóxicos sintéticos: (a)glifosato, (b)paration e (c)malation.

ambiente. Assim, uma *terceira geração* de agrotóxicos começa a surgir já na década de 1960. Surgiram novas formulações à base de semioquímicos – substâncias químicas produzidas por organismos que modificam o comportamento de outros seres vivos, como por exemplo os feromônios – fisiológicos (diflubenzuron), biológicos (*Bacillus thuringiensis*) e também piretróides (ALVES, 2002).

Uma *quarta geração* de produtos pôde ser desenvolvida graças ao avanço nos estudos sobre a fisiologia dos insetos, possibilitando produtos com modos de ação cada vez mais específicos. Um exemplo é o composto *methoprene*, que interfere no processo de maturação dos insetos, por agir analogamente a um hormônio juvenil, impossibilitando que a pupa do inseto chegue à fase adulta (ALVES, 2002).

Nos anos 1990, o desenvolvimento da indústria de agrotóxicos esteve lado a lado com os avanços sobre biologia molecular e engenharia genética, que fomentavam o surgimento de plantas e sementes transgênicas, por exemplo. Visava-se agregar produtividade ao conjunto de tecnologias químicas já existentes para o combate de pragas e doenças (ALVES, 2002).

Como se pode notar, o conhecimento químico teve um pujante papel na produção de agrotóxicos em especial para utilização no combate a pragas na plantação de alimentos. No entanto, esse desenvolvimento científico e tecnológico foi acompanhado por profundos impactos sociais e ambientais devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos. O livro de Carson, *Primavera Silenciosa*, já problematizava as repercussões sérias do uso de agrotóxico na década de 1960. Atualmente, diferentes estudos apontam a necessidade de rever o modelo agrário denominado de agricultura convencional que faz uso de agrotóxicos em larga escala, adubos sintéticos e sementes geneticamente modificadas.

No Brasil, a modernização da produção agrícola brasileira foi determinada basicamente pelas mudanças provocadas nos processos de industrialização e urbanização, iniciada a partir dos anos 1940. As atividades agrícolas, até então, visavam suprir o consumo interno da população do meio rural e de alguns poucos núcleos urbanos, bem como gerar produtos de exportação, advindos principalmente das culturas cafeeira e algodoeira (FERRARI, 1985). Coincidindo com os elevados índices de cres-

cimento urbano, a agricultura na década de 1950 teve que ser otimizada com duas principais finalidades: alimentar a população das áreas urbanas em franca expansão e liberar mão-de-obra para suprir a demanda das indústrias que ascendiam e se consolidavam (FERRARI, 1985).

Assim, a chamada *Revolução Verde*, que ocorreu durante as décadas de 1940 e 1970, deu-se no Brasil a partir dos anos 1960. A “agricultura moderna” preconizada neste período envolvia uma intensa utilização de irrigação, seleção de sementes mais produtivas e principalmente o emprego de insumos modernos na lavoura. Estes insumos englobam máquinas, equipamentos, fertilizantes e defensivos agrícolas, produzidos fora do setor agrícola. As novas tecnologias foram disponibilizadas aos agricultores visando aumento da produtividade através do controle de doenças e proteção contra insetos e outras pragas (BORSOI et al., 2014; RUEGG et al., 1991; FERRARI, 1985; LUNA; SALES; SILVA, 2011; PERES; MOREIRA, 2003; RIBAS; MATSUMURA, 2009).

A introdução destes novos insumos e tecnologias fez parte de políticas mais amplas do regime militar, que visavam reforçar o cultivo destinado à exportação e beneficiamento em grandes indústrias alimentícias e de álcool combustível, além de atrair capital estrangeiro para desenvolver a indústria brasileira (BULL; HATHAWAY, 1982).

Esta agricultura moderna culminou na exposição das comunidades rurais a um grande número de substâncias químicas perigosas. A poluição dos rios, erosão e desertificação de solos, desmatamentos indiscriminados e contaminação de alimentos com resíduos de agroquímicos são algumas das consequências ambientais provocadas pelas novas práticas na agricultura (FERRARI, 1985; PERES; MOREIRA, 2003).

As políticas que consolidariam o amplo uso deste “pacote tecnológico” nas lavouras se deram através de estímulos fiscais e concessão de empréstimos. Já no fim da década de 1960 os agrotóxicos eram isentos dos impostos de consumo ICM (Imposto sobre Circulação de Mercadorias) e IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados). A isenção também foi estendida aos impostos de importação de agrotóxicos e até mesmo aviões para aplicações aéreas de pesticidas (BULL; HATHAWAY, 1982).

O incentivo propiciado pelo regime militar para a instalação de indústrias no país se deu a partir de 1965, através da facilitada importação de equipamentos e isenção das taxas de importação. A isenção do IPI também foi concedida para que as indústrias adquirissem equipamentos nacionais ou importassem os que não possuíssem um similar nacional. Vale ressaltar que, as novas indústrias de agrotóxicos “brasileiros” eram, na verdade, empresas transnacionais químicas e farmacêuticas de origem europeia e norte-americana (BULL; HATHAWAY, 1982).

A implementação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), em 1965, pelo Conselho Monetário Nacional, assegurou o faturamento das indústrias de agrotóxicos nos anos 1970. Para a concessão dos empréstimos, o agricultor era obrigado

a formalizar sua proposta de financiamento através de projetos técnicos. Estes deviam destinar pelo menos 15% do orçamento à compra de insumos modernos, que deveriam ser comprovados ao agente financeiro pela apresentação de notas fiscais (RUEGG et al., 1991; BULL; HATHAWAY, 1982; PERES; MOREIRA, 2003). Não é recente a necessidade do agricultor por auxílio financeiro, e no entanto, a concessão de crédito só chegou ao campo junto aos vendedores de tratores e venenos (BULL; HATHAWAY, 1982).

Embora seja um tema que gera controvérsias, se reconhece a necessidade de abordar os diferentes aspectos relacionados a essa temática no âmbito da educação básica. Nesta direção, discutir o tema dos agrotóxicos à luz do enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) pode ser uma possibilidade profícua de compreender os avanços científicos e tecnológicos intimamente atrelados aos fatores sociais e ao conhecimento químico.

Com a intenção de compreender melhor como o assunto tem sido e pode ser explorado no Ensino Médio, propõe-se a seguinte questão de pesquisa: como a temática dos agrotóxicos é explorada nas quatro coleções de livros didáticos de Química do ensino médio aprovados Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2015?

Com base no exposto, são propostos os objetivos a seguir.



## **3 Objetivos**

### **3.1 Objetivo Geral**

Analisar como a temática dos agrotóxicos é explorada nos livros didáticos de Química aprovados no último Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), de 2015, no que diz respeito à forma e conteúdo.

### **3.2 Objetivos Específicos**

- Abordar, à luz da literatura, a importância de discussões relacionadas a temática dos agrotóxicos no ensino de química;
- discutir as relações CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) envolvidas na temática dos agrotóxicos;
- apontar a importância de explorar a temática dos agrotóxicos em livros do ensino médio.

## 2 Justificativa

Compreendemos a importância de problematizar conteúdos e temáticas que permeiam a vida do aluno ao longo de sua formação no ensino básico. Em seu segundo artigo, a Lei de Diretrizes e Bases (LDB, lei 9.394/dezembro de 1996) define como finalidade da educação nacional desenvolver plenamente o educando, preparando-o para o exercício da cidadania e qualificando-o para o trabalho (BRASIL, 1996).

No que diz respeito à formação cidadã dos alunos, iniciá-la é um dos principais objetivos da escola como instituição educativa (MARINHEIRO et al., 2015), e o papel do professor é crucial durante este processo. Além de conscientizá-los a agir eticamente em seu convívio social, o educador deve fomentar a criticidade e investigação, fazendo-os refletir sobre as situações de seu entorno. Assim, permite-se que os alunos assumam a condição de agentes ativos do processo de tomada de decisão e transformação social (FAVILA; ADAIME, 2013; MARINHEIRO et al., 2015).

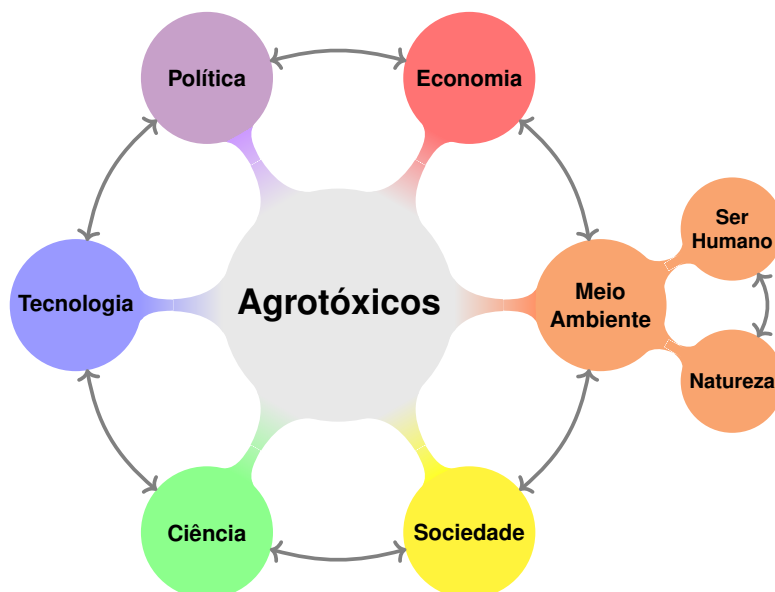
É rasa a compreensão de que se está formando um ser crítico apenas munindo-o suficientemente de conteúdos escolares. Trata-se de ir além, ensinando o aluno a ser autônomo na busca por informações que lhe forneça o embasamento necessário para compreender assuntos que suscitem divergências, bem como ferramentas argumentativas para defender seu posicionamento.

Esta autonomia é ainda mais importante nos dias atuais, uma vez que os temas ultrapassam a esfera escolar, fomentando novas discussões e debates. A diversidade e complexidade dos temas é atribuída ao momento que vivemos, talvez como nunca na história, de um significativo desenvolvimento da ciência e da tecnologia, com reflexos diretos no cotidiano de todos (FAVILA; ADAIME, 2013; UNESCO, 2005). Neste sentido, o ensino de Ciências é fundamental para a população não só ter a capacidade de desfrutar dos conhecimentos científicos e tecnológicos, mas compreender situações de seu entorno (UNESCO, 2005).

A polivalência da temática agrotóxicos é ilustrada na figura 5. Diante do exposto, o emprego de agrotóxicos no Brasil teve motivações políticas e econômicas, trazendo sérios impactos a sociedade e ao meio ambiente – no qual o ser humano também é parte integrante.

Explorar a temática dos agrotóxicos na educação básica se faz um elemento essencial para que os estudantes possam compreender também os processos que envolvem o desenvolvimento científico e tecnológico atrelados a aspectos sociais. Com isso, o enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) caracteriza-se como um referencial profícuo para discutir o tema dos agrotóxicos.

Em linhas gerais, o enfoque CTS busca compreender as questões históricas e sociais do desenvolvimento científico e tecnológico de modo a fomentar a participação da sociedade como um todo em discussões que envolvem Ciência e Tecnologia (AULER;



Fonte: a autora.

Figura 5: Desdobramentos da temática agrotóxicos nos diversos âmbitos da sociedade.

DELIZOICOV, 2006).

Para que a sociedade possa participar da tomada de decisão relativa à Ciência e à Tecnologia é preciso que em processos formativos formais, a exemplo da educação básica propicie aos sujeitos discussões que envolvam a abordagem do conhecimento científico e tecnológico atrelados a aspectos sociais.

É de conhecimento notório que os professores atuantes na educação básica, por diferentes razões, acabam utilizando o livro didático como a principal referência para sua prática pedagógica (TURIN; AIRES, 2016). Portanto, o livro didático tem se mostrado protagonista no processo de ensino e aprendizagem na educação básica, uma vez que as concepções teóricas e metodológicas nele presentes acabaram por condicionar a seleção e organização tanto dos conteúdos quanto das atividades e métodos de ensino (TURIN; AIRES, 2016).

Com isso se pretende analisar, conforme já explicitado, o modo no qual essa temática vem sendo explorada pelos livros didáticos de Química. Como explanado na introdução, o conhecimento químico se fez e se faz significativo na produção e entendimento da ação dos agrotóxicos.

Cabe destacar, que o tema possui um caráter interdisciplinar e a proposta apresentada centra-se na análise voltada para o conhecimento químico, pois há a necessidade de um recorte para este trabalho. Mas salienta-se a possibilidade do tema ser analisado por diferentes áreas de conhecimento a fim de propiciar uma análise mais ampla da temática, multidisciplinar por si só.

## 4 Metodologia

O presente trabalho empregará a metodologia de *Análise Textual Discursiva* (ATD) para analisar a abordagem da temática agrotóxico nas coleções de livros didáticos de química aprovados no PNLD de 2015. Tal metodologia vem sendo amplamente utilizada em pesquisas relacionadas a área de ensino de ciências, podendo estar associada à outras formas de análise (MORAES, 2003).

Trata-se de uma análise qualitativa de informações textuais, que pregoa a construção de metatextos analíticos que expressem os sentidos lidos em um conjunto de dados, denominado *corpus*. Este pode envolver tanto documentos pré-existentes, como produções textuais produzidas especialmente para a pesquisa (MORAES, 2003).

O conteúdo formador do *corpus* é considerado um conjunto de significantes, e é papel do pesquisador lhes atribuir significados (MORAES, 2003). No presente trabalho, o *corpus* será composto pelos excertos dos livros didáticos que contemplem a temática agrotóxicos. As coleções serão analisadas, inicialmente, pela existência da temática em seus sumários. A seguir, a obra como um todo será verificada, a fim de abarcar todos os trechos que envolvam o assunto, incluindo eventuais abordagens distribuídas ao longo da obra.

Na ATD, esta análise é dividida em três momentos distintos. Inicialmente, o *corpus* é examinado minuciosamente a fim de sofrer o processo chamado unitarização (MORAES; GALIAZZI, 2006). É realizada a fragmentação e desconstrução da ordem original do texto, onde o critério para tal é a geração de unidades de significado, ou seja, fragmentos significativos referentes aos fenômenos que se deseja estudar (MORAES; GALIAZZI, 2006).

Uma vez que a fragmentação pode levar à descontextualização dos trechos, eventualmente se faça necessário reescrevê-los, de modo à expressarem claramente o sentido que possuíam no texto de origem. Para tanto, elementos anteriores ou posteriores ao fragmento podem ser incluídos. Após garantir que o sentido do fragmento seja fidedigno ao proposto no texto, a ele é atribuído um título, que deve expressar a ideia central da unidade (MORAES, 2003).

Dando continuidade à análise, é iniciado o processo de categorização, que visa estabelecer relações entre as unidades obtidas (MORAES; GALIAZZI, 2006). Tais unidades de base são agrupadas por semelhança de significado, dando origem a conjuntos mais complexos, as categorias (MORAES; GALIAZZI, 2006). Estas, além de ser pertinentes em relação aos objetivos da análise, devem – quando reunidas – representar adequadamente as informações do *corpus*, permitindo assim uma compreensão aprofundada dos textos-base analisados, e por conseguinte, dos fenômenos investigados (MORAES; GALIAZZI, 2006).

Diferentes metodologias podem ser utilizadas para obtenção das categorias. Atra-

vés do método dedutivo, as unidades são enquadradas em categorias previamente formuladas (antes mesmo da análise inicial do *corpus*), caracterizando um movimento do geral para o particular. Opostamente, categorias advindas do método indutivo surgem de um processo de comparação entre as unidades, baseando-se nas informações do próprio *corpus*. Tais categorias podem ser classificadas, respectivamente, como *a priori* e emergentes.

Ambas as metodologias podem ser mescladas, acarretando um processo misto, onde a indução permite refinar a categorização preestabelecida pela dedução (MORAES; GALIAZZI, 2006). Categorias emergentes também podem ser estabelecidas pelo método intuitivo, que visa superar a racionalidade linear que os demais métodos possuem. Nele, uma nova ordem surge entre as unidades, num processo auto-organizado (MORAES; GALIAZZI, 2006).

A classificação que envolve a terminologia *a priori* e emergente, supracitada, denota o sentido do processo de categorização, que pode partir de um conjunto geral em direção à subcategorias mais específicas, para o primeiro termo, e no sentido oposto para o segundo (MORAES, 2003). Neste estudo, a definição das categorias será realizada somente a partir da análise do *corpus*, ou seja, as categorias apresentadas são emergentes.

Após definir e nomear as categorias, a última etapa da ATD – chamada comunicação – envolve o estabelecimento de pontes entre elas. São redigidos metatextos descritivos e/ou interpretativos com intuito de expressar novas compreensões sobre os fenômenos investigados, que ascendem da nova ordem proposta, logo após a desordem causada no *corpus*.

Os metatextos são a característica central do desenvolvimento desta metodologia, e vão além de uma mera soma de categorias. Devem também conter trechos do próprio *corpus* como forma de validação da análise, bem como realizar interlocuções com a literatura (MORAES; GALIAZZI, 2006).

Em suma, a ATD constitui um exercício de elaborar sentidos. Deste modo, é importante compreender a relação entre leitura e significação. A polissemia inerente à qualquer produção textual pode levar à interpretações ditas explícitas, quando facilmente compartilhadas por diferentes leitores, e latentes – mais complexas e exigentes – não tão facilmente compartilháveis. Vale ressaltar que a realização da leitura, por si só, já resulta em interpretação, e que não há uma leitura única e objetiva (MORAES, 2003). É na multiplicidade de sentidos presentes em um mesmo texto que a ATD se desenvolve.

A análise dos livros levou em conta forma e conteúdo. Ou seja, como metodologicamente os conceitos são explorados e a análise dos conceitos propriamente ditos atrelados à questões sociais. Com isso, um dos referenciais principais utilizados na análise será o enfoque CTS.

Com base nos pressupostos da ATD, emergiram as seguintes categorias de análise: Agrotóxicos à Luz de Discussões Históricas, Agrotóxicos à Luz das Relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, e Agrotóxicos para Desenvolver Aspectos Conceituais.

## 5 Resultados e Discussão

Foram analisadas as quatro coleções de livros didáticos de química aprovados no último Plano Nacional do Livro Didático (Quadro 1). A fim de facilitar as discussões a seguir, foi atribuído um código às coleções (de **A<sub>n</sub>** a **D<sub>n</sub>**), onde *n* é o número do volume (de 1 a 3).

Quadro 1: Coleções de livros didáticos de química aprovados pelo PNLD 2015.

Código	Coleção	Autores	Editora	Edição	Ano	Número de Volumes
<b>A<sub>n</sub></b>	Química	Eduardo Fleury Mortimer Andréa Horta Machado	Scipione	2 <sup>a</sup>	2013	3
<b>B<sub>n</sub></b>	Química Cidadã	Wildson Luiz Pereira dos Santos Gerson de Souza Mól	AJS	2 <sup>a</sup>	2013	3
<b>C<sub>n</sub></b>	Química	Martha Reis Marques da Fonseca	Ática	1 <sup>a</sup>	2013	3
<b>D<sub>n</sub></b>	Ser Protagonista – Química	Murilo Tissoni Antunes	Edições SM	2 <sup>a</sup>	2013	3

Fonte: a autora.

A análise envolveu a busca das palavras-chave *agricultura, agrotóxicos, defensivos agrícola, pesticida, herbicida, inseticida e praga*, primeiramente nos sumários e depois ao longo dos livros, a fim de encontrar os trechos que abordam tais palavras-chave.

As coleções **A**, **B** e **C** foram examinadas em suas versões digitais, disponíveis na internet, enquanto que **D** foi analisada em sua versão física, pois não se teve acesso as versões digitais.

### 5.1 Descrição das Coleções

#### 5.1.1 Coleção **A<sub>n</sub>**

Os livros da coleção de Mortimer e Machado estão organizados por capítulos que desenvolvem os conteúdos designados a cada volume (**A1**: Química Geral e Inorgânica, **A2**: Físico-Química e **A3**: Química Orgânica). Temas considerados indispensáveis para fornecer saberes que permitam uma visão contextualizada, interdisciplinar e ampla da química são abordados ao longo dos capítulos desta obra (BRASIL, 2014b).

Durante os volumes da coleção são propostos trabalhos em grupo, experimentos e projetos interdisciplinares que destacam as interfaces entre a química e as ciências humanas e da natureza. Nos textos apresentados, os conteúdos químicos são introduzidos de maneira fenomenológica, considerando os conhecimentos prévios dos alunos, prezando a contextualização e utilizando-se de situações cotidianas (BRASIL, 2014b).

Quanto a temática dos agrotóxicos aqui investigada, a coleção de **A** apresenta poucas entradas, resumindo-se apenas ao terceiro volume (**A3**), onde é utilizado durante

os textos em pequenos trechos com a finalidade de exemplificar.

No Capítulo 1 – *A Química das Drogas e Medicamentos e as Funções Orgânicas*, a temática dos agrotóxicos é empregada após desenvolver o conteúdo de funções orgânicas, em um exercício do ENEM puramente conceitual.

Já no Capítulo 3 – *Água nos Ambientes Urbanos: Química para Cuidar do Planeta*, os agrotóxicos são mencionados durante os textos como uma das causas de poluição dos recursos hídricos.

Em linhas gerais, a coleção explora pouco e de forma pontual o assunto em análise.

### 5.1.2 Coleção **B<sub>n</sub>**

A coleção Química Cidadã apresenta grande enfoque no exercício da cidadania e para formação de sujeitos ativos em seu processo de aprendizagem. Os conteúdos químicos são desenvolvidos interdisciplinarmente, evidenciando as relações CTS, além de preconizar uma perspectiva sócio-histórica ao abordá-los (BRASIL, 2014b).

Os volumes da coleção são organizados em unidades e capítulos, que abordam as relações entre temas sociocientíficos e químicos. No início de cada capítulo há uma articulação entre conhecimentos científicos, com enfoque à química, e situações geradoras de discussões, durante os textos da seção chamada “*Tema em Foco*” (BRASIL, 2014b).

O primeiro volume da coleção apresenta várias menções a temática dos agrotóxicos. No Capítulo 1 – *Transformações e Propriedades das Substâncias (na Unidade 1 – Consumo Sustentável)*, junto ao texto *Química e Sociedade* há a imagem de um avião que pulveriza agrotóxicos e sua legenda aponta a associação entre o desenvolvimento da agroindústria e o aumento da produtividade agrícola, que também trouxe problemas ambientais.

Ainda no Capítulo 1, ao fim do texto *Identificação de Substâncias*, são reunidos em uma tabela os materiais domésticos cujo descarte é potencialmente perigoso, onde são citados os pesticidas, repelentes, inseticidas e herbicidas.

Na mesma unidade, mas no Capítulo 2 – *Materiais e Processos de Separação*, há alguns trechos que abordam a temática dos agrotóxicos ao longo do texto *Tema em Foco*, intitulado *Reutilizar e Reciclar: Retornando o Material ao Ciclo Útil*. Após a exposição do Princípio dos Três Rs, o texto ressalta que o reaproveitamento dos materiais nem sempre é viável, exemplificando com os frascos de produtos de limpeza ou de agrotóxicos. Ao fim do texto, o lixo agrícola é uma das categorias presentes na tabela que classifica o lixo.

O livro **B1** apresenta sua terceira unidade direcionada para a agricultura, e nela, dois *Temas em Foco* abordam diretamente a temática dos agrotóxicos. No início do Capítulo 7 – *Ligações Químicas (da Unidade 3 – Agricultura)*, o texto do *Tema em Foco*



explora a relação entre a produção de alimentos e o ambiente. Nele são abordados assuntos como o aumento na produtividade de alimentos e impactos ambientais associados, um breve histórico do uso de agrotóxicos, e a conotação dos termos agrotóxico e defensivo agrícola.

Há também duas tabelas, uma com a classificação dos agrotóxicos, toxicidade e exemplos com fórmulas químicas e outra sobre classificação toxicológica dos agrotóxicos, definindo as classes e cores associadas aos rótulos dos produtos. Ainda há um esquema que ilustra como deve se dar o descarte das embalagens de agrotóxicos.

Na metade do Capítulo 8 – *Substâncias Inorgânicas*, na mesma unidade sobre a agricultura, o *Tema em Foco* explora a agricultura sustentável, envolvendo tanto a agroecologia como a produção de produtos orgânicos.

Já no volume **B2**, durante o *Tema em Foco* do Capítulo 2 – *Cálculos Químicos (na Unidade 1 – Produtos Químicos)*, há um trecho que menciona uma pesquisa publicada no jornal sobre as emergências por intoxicação devido a produtos agrícolas ou domésticos.

Já no *Tema em Foco* do Capítulo 4 – *Propriedades da Água e Propriedades Coligativas (parte da Unidade 2 – Hidrosfera e Poluição das Águas)* apresenta ao longo do texto uma tabela que relaciona algumas ações com interferência nos recursos hídricos, e entre elas encontra-se a atividade agrícola.

Ainda na Unidade 2, mas no Capítulo 5 – *Equilíbrio Químico*, durante o texto *Tema em Foco* são listados os principais agentes poluidores das águas, onde são mencionados os fertilizantes.

Por fim, durante o texto *Tema em Foco* do Capítulo 8 – *Energia Nuclear (da Unidade 3 – Recursos Energéticos e Energia Nuclear)*, no subtítulo *Ciência Para a Paz* é mencionado que os inseticidas e herbicidas, primeiramente testados em guerras e posteriormente passaram a ser aplicados no controle de pragas, reduziram a mortalidade e aumentaram a produção de alimentos.

O volume **B3** não explora o assunto analisado por este trabalho.

### 5.1.3 Coleção C<sub>n</sub>

Visando fornecer ao aluno ferramentas para debater sobre questões que envolvam as relações CTS, a coleção da autora Martha Reis apresenta uma abordagem que se afasta da visão tradicional e descontextualizada do ensino de química voltado aos vestibulares (BRASIL, 2014b).

Cada volume apresenta cinco unidades, que desenvolve um tema sobre questões sociais e ambientais. Estes temas conferem assuntos-chave onde os conceitos químicos são estudados, e são introduzidos através de textos jornalísticos na seção “*Saiu na Mídia!*”. Nos textos propostos ao longo da obra ocorre a contextualização dos con-

teúdos químicos propriamente ditos, considerando também os conhecimentos prévios dos alunos, além de promover o trabalho coletivo e atividades de discussão (BRASIL, 2014b).

Na coleção **C**, seu primeiro volume apresenta apenas duas menções à temática aqui investigada. Em uma box no Capítulo 5 – *Separação de Misturas (dentro da Unidade 1 – Mudanças Climáticas)*, os pesticidas são exemplos de compostos tóxicos que podem ser arrastados pela água e contaminar reservas subterrâneas.

Já no Capítulo 14 – *Ligações covalentes (da Unidade 4 – Poluição de Interiores)*, durante o texto *Saiu na Mídia: As Causas da Poluição Atmosférica de Interiores*, os pesticidas surgem como um dos poluentes de interiores mais comuns.

O volume 2 da coleção não explora a temática dos agrotóxicos em nenhum momento ao longo da obra. Já o livro **C3** apresenta maior abordagem do tema nesta coleção.

No terceiro volume, o texto *Saiu na Mídia: Misteriosa epidemia assola cortadores de cana na América Central* presente no Capítulo 5 – *Haletos Orgânicos (dentro da Unidade 1 – Petróleo)* expõe a fala de um médico associando as doenças renais crônicas de seus pacientes com o trabalho destes na agricultura.

Assim, após abordar o conteúdo de propriedades dos haletos orgânicos, o tema é retomado ao longo do texto, com subtítulo: *Quais agrotóxicos foram proibidos nos Estados Unidos, na Europa e no Canadá? Por quê?*. Nele são abordados os obstáculos para o aumento da produção agrícola, o impacto que substâncias tóxicas contra insetos têm sobre a saúde humana, o desenvolvimento dos agrotóxicos orgânicos sintéticos e a proibição do uso de vários compostos organoclorados na agricultura.

Este texto é seguido de uma tabela com nomes, fórmulas estruturais, indicações de uso e ação no ambiente e organismo humano de alguns compostos organoclorados. Ao fim deste capítulo, dentre as questões propostas encontra-se uma puramente conceitual sobre o DDT.

Já no Capítulo 8 – *Isomeria Constitucional (parte da Unidade 2 – Drogas lícitas e ilícitas)* há uma box que apresenta a estrutura molecular do Z-9-tricoseno, que possui ação como feromônio. No capítulo seguinte, sobre Reações de Substituição (na *Unidade 3 – Consumismo*), junto ao texto principal há uma box que exemplifica o ancoramento de agroquímicos em superfícies de sílica como proposta da Química verde.

Outra menção a temática analisada no presente trabalho se dá em um texto ao final do Capítulo 15 – *Carboidratos (parte da Unidade 4 – Alimentos e Aditivos)*. Este, que é apresentado como uma curiosidade, explora os aditivos não intencionais encontrados nos alimentos, citando os resíduos de pesticidas.

Por fim, durante um texto presente no Capítulo 17 – *Leis da radioatividade (na Unidade 5 – Atividade Nuclear)*, há um parágrafo intitulado *Quais são as principais aplica-*

*ções pacíficas da radioatividade além dos tratamentos médicos?*. Nele, há exemplos da aplicação de radioisótopos na agricultura como alternativa aos agroquímicos convencionais.

#### 5.1.4 Coleção **D<sub>n</sub>**

Na coleção Ser Protagonista, todos os conceitos abordados atualmente no ensino médio são explorados, valorizando os conceitos estruturadores do conhecimento químico. São propostas atividades teóricas e práticas que visam uma formação cidadã dos alunos, já que a coleção se preocupa não apenas com o desenvolvimento de conceitos, mas também valores e habilidades (BRASIL, 2014b).

A obra é dividida entre unidades e capítulos, e ao longo destes há seções que permitem correlacionar questões ambientais, contemporâneas e outras áreas do conhecimento com saberes químicos (BRASIL, 2014b).

O contexto sociocultural é empregado de modo a garantir maior relevância e significado aos conteúdos abordados sobre o cotidiano. O viés histórico é explorado em boxes junto aos textos e, ao final dos capítulos são propostos experimentos e há a seção *“Ciência, tecnologia e sociedade”* que traz temas atuais, questionamentos, propostas de discussão em grupo, pesquisas e elaboração de textos, estimulando o posicionamento crítico (BRASIL, 2014b).

Quanto a temática dos agrotóxicos, já no início do Capítulo 1 – *Química: Objeto de Estudo e Aplicações (da Unidade 1 – Introdução ao Estudo da Química)* do **B1**, um texto menciona que o uso de agrotóxicos e fertilizantes artificiais contribui para a maior produção de alimentos e combate a fome, mas que podem comprometer o meio ambiente.

No final deste capítulo, há um texto em uma seção chamada *Ciência, Tecnologia e Sociedade*, sob o título *Sobre o Natural e o Artificial ou Sintético*. Nele, há uma breve abordagem do histórico do DDT, que é utilizado como exemplo de artefato desenvolvido pela indústria química que foi considerado de grande valia a curto prazo, mas que se mostrou prejudicial ao meio ambiente.

No final do Capítulo 13 – *Sais e Óxidos (parte final da Unidade 7 – Funções da Química Inorgânica)*, um texto chamado *Qualidade do Ar*, em uma seção chamada *Química e Biologia*, cita como uma das fontes de emissão de poluentes nas regiões rurais a utilização de pesticidas dispersos no ar por aviões ou veículos automotores. Entre as imagens junto ao texto, está a de um avião pulverizando pesticida em uma plantação de arroz.

O segundo volume desta coleção não explora a temática dos agrotóxicos, e no livro **D3** há uma maior quantidade de menções ao tema. No Capítulo 5 – *Funções Nitrogenadas (na Unidade 2 – Funções Orgânicas: Características Gerais e Nomenclatura)*

deste terceiro volume, uma box intitulada *Extração de Pesticidas* exemplifica a técnica de extração por solvente com a extração de pesticidas da água por acetonitrila.

Nesta mesma unidade, mas no Capítulo 6 – *Funções Halogenadas e Sulfuradas e Compostos Organometálicos*, ao longo do texto e com o subtítulo *Haletos Orgânicos na História*, o DDT é mencionado como exemplo de um dos compostos halogenados que tiveram grande importância social e que atualmente tem uso restrito ou proibido, e tem seu histórico abordado brevemente. Ao fim deste texto, há alguns exercícios, e entre eles, há o que traz um texto sobre um projeto no estado do Rio Grande do Sul que visa reduzir a quantidade de agrotóxicos aplicados às lavouras convencionais. O texto também apresenta uma lista de produtos e riscos que os agrotóxicos utilizados em seu cultivo provocam aos consumidores.

No fim deste capítulo há texto na seção *Ciência, Tecnologia e Sociedade*, intitulado *Pesticidas Organoclorados*. Nele, é citada a importância do uso de pesticidas para que as culturas alimentares tenham aumentado nas últimas décadas, mas estes têm permanecido no ambiente, representando um problema de saúde. Junto ao texto há uma imagem de um avião pulverizando inseticida em uma plantação de soja.

Ainda na mesma unidade, mas no Capítulo 7 – *Compostos com Mais de um Grupo Funcional*, entre os exercícios de vestibular e Enem, há uma questão puramente conceitual envolvendo os resíduos de defensivos agrícolas.

Por fim, durante o texto sobre reações de Cicloalcanos, Capítulo 9 – *Reações Envolvendo Hidrocarbonetos (na Unidade 3 – Reações Orgânicas)*, há uma explicação sobre a fumigação para o combate de pragas do solo, e é mencionada a necessidade de utilização dos equipamentos de segurança. Este trecho é ilustrado pela imagem de uma pessoa realizando a fumigação na apicultura.

## 5.2 Análise das Categorias

A partir da análise do *corpus* (as coleções **A<sub>n</sub>** à **D<sub>n</sub>**), foi realizada a unitarização, onde os trechos que abordam a temática dos agrotóxicos tornaram-se unidades de significado. As unidades obtidas foram agrupadas por semelhança temática, gerando as três categorias que serão discutidas a seguir.

### 5.2.1 Agrotóxicos à Luz de Discussões Históricas

Como explorado anteriormente, inúmeras substâncias químicas foram empregadas ao longo dos séculos a fim de combater pragas e vetores de doenças prejudiciais às atividades humanas. Entre estes compostos, os primeiros relatados envolvem substâncias orgânicas naturais e compostos inorgânicos altamente tóxicos (ALVES, 2002; LUNA; SALES; SILVA, 2011; BULL; HATHAWAY, 1982; BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

O excerto abaixo é o único texto que menciona o uso de compostos inorgânicos para combater pragas das plantações, insetos ou animais transmissores de doenças desde a antiguidade e após a primeira guerra mundial.

Combater pragas de lavouras, insetos ou animais transmissores de doenças sempre foi um grande desafio. Afinal, boa parte da produção se perde, vítima desses agentes. O que a Química poderia fazer para ajudar? Ela entrou nessa batalha produzindo substâncias que amenizam esse problema.



Há mais de 3000 anos, romanos, gregos e chineses já utilizavam enxofre para combater doenças e conheciam a natureza tóxica do arsênico e de outras substâncias utilizadas contra os insetos. Após a Primeira Guerra Mundial, surge a primeira geração de substâncias contra parasitas de plantas: substâncias inorgânicas compostas de flúor, arsênico, mercúrio, selênio, chumbo, boro, cobre e zinco.

Os guerrilheiros vietnamitas que combatiam os norte-americanos se escondiam na densa floresta, que conheciam como a palma da mão. Os militares norte-americanos não tiveram dúvida: jogaram um produto desfolhante (napalm) sobre as árvores para que perdessem as folhas, acabando com o esconderijo do inimigo. Causaram enorme desequilíbrio ambiental. As **substâncias organossintéticas** usadas na mistura de herbicidas do napalm são exemplos de produtos fabricados em laboratório para fins militares.

Extrato 1: **B1**, p. 218

É mencionado o surgimento da primeira geração de agrotóxicos no extrato acima, em concordância com o explanado na introdução do presente trabalho. Neste contexto, conteúdos de química inorgânica podem ser desenvolvidos aliados a aspectos históricos, favorecendo muito a contextualização.

No caso do extrato 1, há apenas a menção dos compostos inorgânicos empregados na antiguidade e na primeira geração de agrotóxicos, mas estes poderiam ser utilizados como ponto de partida para o estudo de ligações químicas, cátions, ânions, funções inorgânicas e nomenclatura, por exemplo. Ou seja, o texto traz um aspecto

histórico importante para localizar o leitor, mas pouco relaciona com o conhecimento químico – que é apenas mencionando, sem ser desenvolvido.

Não há menções quanto uso de compostos naturais obtidos de plantas, como os advindos da folha de fumo e das flores secas do crisântemo, mesmo que estes tenham sido amplamente empregados (ALVES, 2002; BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

O expressivo desenvolvimento da indústria química a partir do período entre a Primeira e Segunda Guerra Mundial propiciou o surgimento da segunda geração de agrotóxicos, as substâncias sintéticas organocloradas. Devido ao contexto de seu surgimento, e a compreensão de sua aplicabilidade na agricultura *a posteriori*, inúmeras outras formulações foram sendo criadas pelas indústrias americana e europeia até o fim da década de 1940 (ALVES, 2002; BULL; HATHAWAY, 1982).

É possível perceber que o resgate histórico do uso de agrotóxicos está intimamente relacionado com o desenvolvimento científico e tecnológico e os impactos sociais, remetendo às relações CTS neste processo.

A abordagem histórica dada aos agrotóxicos nos livros **B1**, **B2** e **D3** menciona esta primeira aplicação para fins durante a guerra, seguido da transferência destas tecnologias para o campo. Isto pode ser ilustrado no extrato 2 e 3, bem como pela figura presente no extrato 1, em que os aviões estão aplicando um agente desfolhante como arma de guerra.

São incontestáveis suas contribuições para a preservação da vida, mesmo quando é usada para fins militares. Afinal, são inúmeras as tecnologias amplamente usadas que trazem aumento de qualidade de vida e que foram desenvolvidas para fins de guerra. Vários gases tóxicos, inseticidas e herbicidas também foram testados em guerras e posteriormente passaram a ter aplicações no controle da proliferação de pragas, reduzindo a mortalidade e aumentando a produção mundial de alimentos, com redução do seu preço e aumento de sua disponibilidade.

#### Extrato 2: **B2**, p. 291

Em 1948, o químico suíço Paul Müller [1899-1965] recebeu o Prêmio Nobel de Medicina pela descoberta de propriedades inseticidas da substância diclorodifeniltricloroetano ( $C_{14}H_9Cl_5$ ). Esse pesticida organoclorado ficaria conhecido como DDT, largamente empregado no combate a insetos transmissores de tifo, malária e peste bubônica – doenças fatais que haviam proliferado assustadoramente após a Segunda Guerra Mundial. Sua utilização deu origem à segunda geração de substâncias nocivas às pragas.

No fim da Segunda Guerra, grandes quantidades dessas substâncias passaram a ser utilizadas na agricultura como herbicidas (destinadas a destruir ou impedir o crescimento de ervas daninhas na lavoura). Elas agem de forma a interferir no processo de fotossíntese das ervas daninhas, levando-as à morte.

Em virtude da grande aceitação pelo mercado mundial, as indústrias investiram na fabricação de produtos químicos contendo essas substâncias, desenvolvendo vários tipos de herbicidas, inseticidas, fungicidas, entre outros.

#### Extrato 3: **B1**, p. 220

Cabe uma reflexão crítica quanto a mudança de conotação dos compostos até então empregados como armas de guerra para “defensivos agrícolas”. É inegável suas contribuições no combate às doenças transmitidas por insetos por exemplo. Entretanto, as indústrias químicas, que recebiam pesados investimentos durante a guerra, eram fomentadas pela rivalidade técnico-científica entre os países. Tendo em mente

o interesse da indústria em lucro e expansão, com o fim da guerra, uma readequação da finalidade de sua produção se fez necessária.

Ainda quanto a segunda geração de agrotóxicos, todas as coleções que abordam o viés histórico dos agrotóxicos apresentam um breve histórico do DDT (como exposto nos extratos 3, 4 e 5), pois não apenas seu uso foi icônico, como a descoberta dos graves riscos associados a sua utilização.

### ▶ Quais agrotóxicos foram proibidos nos Estados Unidos, na Europa e no Canadá? Por quê?

O aumento da produção agrícola esbarra em vários obstáculos: condições climáticas adversas, carência de determinadas substâncias no solo, doenças na lavoura e os insetos, talvez o maior problema.

Milhões de insetos podem se alimentar das plantações, consumindo em poucas semanas toda a safra de um ano, causando a perda de toneladas de produtos agrícolas anualmente. Para combatê-los os seres humanos têm usado armas químicas, ou seja, substâncias tóxicas que são letais para os insetos, mas que, geralmente, também fazem muito mal à saúde humana.

O desenvolvimento da produção de substâncias orgânicas sintéticas destinadas à luta contra os insetos teve início há algumas décadas, com a descoberta do dicloro-difenil-tricloroetano ou DDT.

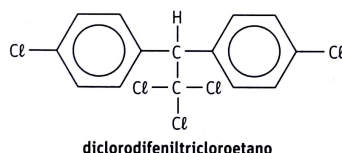
Seguiram-se intensas pesquisas sobre os derivados clorados, amplamente utilizados durante muito tempo.

Atualmente a maioria desses compostos, como DDT, BHC (benzeno hexaclorado ou 1,2,3,4,5,6-hexacloro-cicloexano), aldrin, endrin, heptacloro, toxafeno, teve seu uso proibido em produtos agrícolas por apresentarem uma ação extremamente tóxica, persistente e acumulativa.

#### Extrato 4: **C3**, p. 79

##### DDT

O DDT, também conhecido como diclorofeniltricloroetano, é o mais conhecido dentre os inseticidas do grupo dos organoclorados. Ele foi sintetizado pela primeira vez em 1874, mas foi apenas em 1939 que o químico suíço Paul Müller descobriu suas propriedades inseticidas. Por essa descoberta, ele recebeu o Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina, em 1948.



diclorodifeniltricloroetano

Seu primeiro uso foi durante a Segunda Guerra Mundial, no controle de insetos transmissores da malária, do tifo e da febre amarela. Posteriormente foi usado na agricultura, no Brasil e no mundo, devido a seu baixo custo e alta eficiência. Entretanto, descobriu-se que o DDT possui potencial toxicidade e se acumula na cadeia alimentar. Devido a esse efeito cumulativo, o DDT teve seu uso proibido em muitos países, entre os quais o Brasil.

#### Extrato 5: **D3**, p. 128

Nestes excertos acima é mencionado o ano em que a aplicação do DDT como inseticida foi descoberta, feito que conferiu ao químico suíço Paul Müller o Prêmio Nobel de Medicina. Ele também é utilizado como exemplo de composto que foi aplicado

para o combate dos vetores da febre amarela, malária, tifo e peste bubônica durante a Segunda Guerra Mundial.

O DDT também é mencionado nos fragmentos acima como um dos primeiros pesticidas que “ilustra bem a quebra do encanto”, uma vez que foi considerado de grande valia a curto prazo e posteriormente revelou-se extremamente prejudicial ao meio ambiente e a saúde humana.

Como observado no trecho da figura 3, com o fim da Segunda Guerra, estes produtos químicos passaram a ser utilizados na agricultura como aliados no combate de pragas. Em algumas das unidades de significado dessa categoria há também a menção de que o desenvolvimento de substâncias orgânicas sintéticas contra insetos, expandiu-se após o “sucesso” obtido com o DDT, na busca de novos derivados organoclorados, caracterizando a segunda geração de agrotóxicos.

Além disso, mencionam a proibição do DDT e outros organoclorados em diversos países a partir a década de 1970, por suas altas toxicidades, bioacumulação e persistência no meio ambiente.

A proibição destes compostos organoclorados tem marco inicial em 1962, na denúncia da bióloga marinha, escritora, cientista e ecologista norte-americana Rachel Carson, em seu livro *Primavera Silenciosa*. Seu alerta desencadeou o debate quanto ao uso dos pesticidas químicos, responsabilidade da ciência, os limites do progresso tecnológico, e os impactos ambientais e sociais do uso destes compostos (BONZI, 2013).

Em síntese, há no material analisado menção a aspectos históricos, que são fundamentais para compreender as questões que se colocam na atualidade. Mas tais aspectos foram identificados de forma pontual e não em uma discussão mais aprofundada. Fator compreensível, uma vez que as coleções precisam abordar uma série de assuntos. Portanto, cabe ao professor buscar outras fontes que complementem as informações trazidas nos livros didáticos.

### **5.2.2 Agrotóxicos à Luz das Relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade**

Esta categoria retrata mais explicitamente as relações CTS disseminadas no material analisado. Cabe destacar que o enfoque CTS no ensino envolve diferentes dimensões, conforme destacado:

Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança (LINSINGEN et al., 2003, p.125).

Nesta direção, diferentes perspectivas relacionadas ao enfoque CTS são sinalizadas nesta categoria.



*“O Brasil é o celeiro do mundo”.* Esta afirmação difundida por Getúlio Vargas só reforçou a sabida vocação agroexportadora de nosso país, que já possuía a agricultura como base econômica desde os primórdios de sua colonização.

Sem dúvidas, nossas condições climáticas, notável biodiversidade e áreas disponíveis altamente férteis e inexploradas agricolamente são fatores cruciais pra tal vocação (PACHECO et al., 2012).

Atualmente, o agronegócio representa aproximadamente um terço do PIB brasileiro, sendo o setor importante de nossa economia. Estima-se que o produto interno bruto do agronegócio deverá crescer 2% em 2017, enquanto o desempenho estimado para o PIB da economia é de apenas 1,1% de acréscimo (PACHECO et al., 2012).

O agronegócio engloba os insumos para a agricultura, a produção agrícola de modo geral (lavoura, pecuária, extrativismo e florestas), bem como a agroindustrialização, transporte e comercialização de produtos primários (PACHECO et al., 2012).

Considerando a necessidade de prover alimentos a uma população mundial em contínua expansão, e tendo em mente as potencialidades do Brasil, é possível antever que alcançaremos a liderança no fornecimento de alimentos, alavancando nosso crescimento econômico (PACHECO et al., 2012).

Neste sentido, o extrato 6 cita tal mercado e os resultados econômicos obtidos. Apenas o livro **B1** apresenta alguns trechos articulando questões sócio-econômicas e a temática dos agrotóxicos.

Os resultados econômicos obtidos com o desenvolvimento dos insumos agrícolas têm sido muito grandes, o que tem contribuído para o abastecimento de alimentos em todo o planeta. O mercado desses produtos químicos é enorme. Por isso, os interesses econômicos para que o seu emprego na lavoura não seja substituído por outras tecnologias menos agressivas são grandes e fortes.

#### Extrato 6: **B1**, p. 221

Em consonância com o mencionado no excerto acima, outro fato a ser observado é que, segundo dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg), a venda de agrotóxicos movimentou 9,56 bilhões de dólares em 2016 (SIDIVEG, 2017). Então, sem dúvidas há pressões para que o sistema atual permaneça e cresça em faturamento.

Também é importante salientar que, a indústria agroquímica atual é formada por grandes conglomerados transnacionais, com elevado poder político e influência. Todo o mercado é partilhado entre as empresas estado-unidenses Dupont, DowAgrosciens e Monsanto, alemãs Bayer e Basf, e suíça Syngenta. Entretanto, foram anunciadas as fusões entre Dupont e Dow, ChemChina e Syngenta e Monsanto e Bayer, de modo a concentrar ainda mais o mercado agroquímico.\*

\* dados do site da Campanha Permanente Contra os Agrotóxicos e Pela Vida, disponível em: <<http://contraosagrototoxicos.org/campanha-permanente-contra-os-agrotoxicos-e-pela-vida/>>. Acesso em junho de 2017.

Outro trecho que comenta sobre o modelo de agricultura atual e articula-o com questões sócio-políticas é o extrato 7.

As políticas nacionais e internacionais têm privilegiado o desenvolvimento de um modelo de agricultura com alta especialização, com menor diversidade e uso de maiores quantidades de produtos químicos. Esse modelo estruturado em ricas fazendas especializadas convive ao mesmo tempo com grande número de pessoas vivendo em péssimas condições de saúde e de nutrição. Um grande paradoxo desse modelo está no fato de que as pessoas passam mais fome exatamente no local onde deveriam ser produzidos alimentos: 75% das pessoas que vivem abaixo da linha da pobreza, ou seja, ganham menos de um dólar por dia, vivem nas áreas rurais.

Extrato 7: **B1**, p. 302

Segundo Ana Primavesi: *“a agricultura convencional é orientada exclusivamente para a produção de lucros, com suas enormes monoculturas de soja, cana e milho* (PRIMAVESI, 2014). O modelo atual citado no extrato 7 baseia-se no uso intensivo de insumos, visando maximização da produtividade nas vastas extensões de terra com apenas uma cultura.

A defesa para utilização do modelo convencional de agricultura é sustentada pelo argumento de que a produção em larga escala se torna inviável sem o uso de agrotóxicos. Isto é, há uma preocupação com a produção em larga escala não para alimentar a população, mas em busca do lucro exacerbado, como bem retratado no extrato 7.

Pela elevada exigência por produtividade e grande simplificação da biodiversidade que as monoculturas possuem, o único modo para que tal modelo agrícola se sustente é as custas de muitos agroquímicos – tanto fertilizantes para o solo desgastado e pobre em nutrientes, quanto de agrotóxicos para proteger as plantas fragilizadas de um ecossistema em completo desequilíbrio.

E haja visto que a necessidade de agrotóxicos é cada vez mais aumentada devido à resistência adquirida pelas pragas e surgimento de novas, não há sustentabilidade no uso destas formulações, caracterizando uma espécie de ciclo vicioso (SOARES, 2010).

Esta agricultura moderna foi fomentada no Brasil na década de 1960 por interesses políticos e econômicos. Provocou também significativas transformações sociais, como exclusão e marginalização dos trabalhadores rurais que não têm acesso a tais mudanças (PERES; MOREIRA, 2003), e crescimento do êxodo rural (FERRARI, 1985).

Infelizmente, o modo como a temática é mostrada nos textos que contém os extratos 6 e 7 insinua que a obrigação de contextualizar não anda de mãos dadas com o desenvolvimento dos conteúdos químicos. E no entanto, as ferramentas dadas durante os textos que contextualizam os temas das unidades poderiam ser utilizadas como base para as explicações conceituais que surgem em seguida.

Além destas unidades de significado apresentadas acima, outras duas, ainda no livro **B1**, abordam de modo sucinto a desigualdade social existente no campo, bem como a necessidade de uma reforma agrária. Estas questões sociais e econômicas

atreladas a temática dos agrotóxicos são muito ricas e complexas, permitindo estudos conjuntos entre as componentes curriculares sociologia, história, geografia e biologia por exemplo. Nos livros de química analisados estas questões são pouco abordadas, apesar da sua importância.

As vantagens e desvantagens do uso de agrotóxicos na agricultura faz com que este seja visto como um tema científico controverso (FERNANDES; STUANI, 2015). Alguns trechos abordam tais controvérsias, e serão ilustrados pelos dois excertos abaixo. Enquanto o trecho do extrato 8 apenas cita a existência da polêmica quanto ao uso de pesticidas, esta é melhor explorada no extrato 9.

O uso de fertilizantes artificiais e agrotóxicos, por um lado, aumenta a produtividade agrícola e contribui para diminuir a escassez de alimentos e a fome. Por outro, lança na natureza materiais tóxicos que podem comprometer o meio ambiente.

Extrato 8: **D1**, p. 12

O desenvolvimento tecnológico contribui de forma significativa para o aumento da produtividade agrícola, elevando a quantidade de alimentos produzida por área cultivada. Esse aumento de produtividade possibilitou uma maior disponibilidade de alimentos para a população. No entanto, a exploração agrícola tem sido a principal responsável pela destruição de áreas verdes, provocando desmatamentos, desertificação de grandes áreas, além do que o uso intensivo de produtos químicos na lavoura tem provocado sérios problemas ambientais. Diante desse quadro, surge o grande desafio sobre como conciliar produção de alimentos com preservação ambiental. Esse é um debate que suscita dúvidas e posições polêmicas, sobre as quais devemos buscar alternativas. O conhecimento químico tem sido fundamental para esclarecer muitos desses pontos e fornecer subsídios técnicos importantes que devem ser levados em conta com outros aspectos econômicos, sociais, políticos e ambientais na busca de melhores alternativas.

Extrato 9: **B1**, p. 218

É de conhecimento notório, conforme dito anteriormente, que o uso disseminado de agrotóxicos não teve repercussão na diminuição da fome na população mundial e que este argumento mascara intenções fortemente voltadas ao lucro do agronegócio.

Tais aspectos não são discutidos nos fragmentos analisados, de modo que mostram apenas um lado contraditório que é a diminuição da fome  $\times$  degradação ambiental, mas omitem outra contradição interna que é o fato da fome não ter sido minimizada com o uso de agrotóxicos.

Os impactos do uso de agrotóxicos à natureza são notáveis, como citados no extrato 9. No final deste trecho é interessante a menção de que questão dos agrotóxicos deve ser analisada considerando também aspectos sócio-econômicos e políticos, além dos ambientais, o que denota a preocupação da obra **B1** em exaltar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

As unidades de significado que abordam esta problemática afirmam que o uso de agrotóxicos aumentou a produtividade agrícola, mas seus impactos negativos sobre o meio ambiente também são significativos. Seria interessante a reflexão quanto ao preço pago pela maior produção de alimentos, uma vez que as pessoas ainda passam fome e o modelo fundiário atual custa muito caro ao meio ambiente. A erradicação da fome é, sem dúvida, importante. No entanto, o agronegócio implementado atualmente não possui motivações tão altruístas.

Neste sentido, o modelo agrário vigente polariza opiniões: de um lado, há os que defendam o uso controlado de insumos agroquímicos, assinalando a inviabilidade de plantar em larga escala sem estes, e de outro, os afirmam factível a produção de alimentos para suprir as demandas mundiais sem utilização de agrotóxicos mediante implementação de novo modelo de desenvolvimento agrário (FERNANDES; STUANI, 2015).

O livro **B1** é o único que dá definição aos termos agrotóxico e defensivo agrícola, como sendo as duas faces de uma mesma moeda. Quando estes compostos são encarados como garantidores de maior produtividade devido a redução de perdas por pragas, o texto aplica a denominação *defensivos agrícolas*. Observando-se que estes compostos possuem grandes quantidades de substâncias tóxicas, o termo empregado pelo livro neste contexto é *agrotóxico*.

A poluição agrícola, de modo geral, pode ser considerada de difícil controle, uma vez que se dá de modo difuso, dificultando sua identificação e monitoramento (BORTOLUZZI et al., 2006). A depender do relevo da região e do tipo de solo, os pesticidas podem se infiltrar na terra e contaminar águas subterrâneas (BORSOI et al., 2014). Estes compostos também podem evaporar e ser dispersos no ar, ou ser adsorvidos pelo solo.

Solos com pouco sedimento e sinais de erosão acabam por adsorver menos as moléculas de agrotóxicos, tornando-se mais permeável à transferência delas até as reservas de água subterrâneas. Graças a esse processo de adsorção dos agrotóxicos no solo, o valor de agrotóxicos encontrados em águas superficiais não é superior, mas por volta de 20% (BORTOLUZZI et al., 2006).

Cada uma das coleções possui pelo menos uma menção dos agrotóxicos como exemplos de poluentes dos recursos hídricos. Estas unidades de significado são ilustradas pelos extratos 10, 11, 12 e 13 a seguir. Estes trechos apenas exemplificam como um tipo de poluição, dando não muito destaque e desenvolvendo pouco a problemática ambiental associada.

Por exemplo, o enfoque dado a questão da poluição hídrica por agrotóxicos no extrato 11 é pequeno, uma vez que é brevemente mencionado entre um dos tópicos abarcados por uma box ao lado do texto principal.

As principais fontes de contaminação dos recursos hídricos são: os esgotos lançados sem tratamento, a presença de aterros sanitários que afetam os lençóis freáticos, os agrotóxicos utilizados na agricultura, que escoam com a chuva, e os resíduos industriais tóxicos. Águas mais transparentes ou com baixa turbidez podem conter microrganismos patogênicos, contaminantes ou tóxicos, enquanto águas turvas podem estar livres de contaminação.



**Figura 3.28**  
Agrotóxicos e efluentes domésticos e industriais são importantes fontes de contaminação de águas.

• A água, ao penetrar no solo, pode dissolver e arrastar compostos químicos tóxicos e matéria orgânica das mais diversas origens (como pesticidas, por exemplo), poluindo as reservas subterrâneas.

Extrato 10: **A3**, p. 185

Extrato 11: **C1**, p. 71

ALGUMAS AÇÕES COM INTERFERÊNCIA NOS RECURSOS HÍDRICOS			
Atividade	Possível ação inadequada	Consequências diretas	Consequências indiretas
Indústria de materiais de construção, garimpo etc.	Retirada de areia de margens e leitos de rios.	Modificação da calha natural e do transporte de sedimentos.	Assoreamento e/ou erosão dos rios.
Garimpo de ouro.	Utilização de mercúrio.	Contaminação da água.	Contaminação de peixes e populações ribeirinhas.
Mineração e usina de carvão.	Emissão de enxofre para a atmosfera.	Chuva ácida.	Acidificação da água dos rios, agressão a ambientes e patrimônios urbanos.
Extração madeireira, pecuária e agricultura.	Desflorestamento	Mudança na permeabilidade do solo; erosão do solo.	Mudanças no regime hidrológico da bacia; assoreamento e/ou erosão de rios.
Agricultura.	Práticas agrícolas inadequadas.	Perda de solo, carregado para os rios.	Assoreamento e poluição de rios.
	Aplicação inadequada de agrotóxicos e fertilizantes.	Contaminação da água e/ou eutrofização.	Rompimento dos equilíbrios biológicos.
	Captação excessiva de água para irrigação.	Subida do lençol freático.	Salinização do solo e da água.
Criação de animais.	Matadouros inadequados.	Carregamento de matéria orgânica e lançamento nos rios.	Poluição da água.
Disposição de resíduos sólidos.	Aterros sanitários mal executados.	Infiltração de poluentes no solo.	Contaminação do lençol freático.
Urbanização.	Ocupação das zonas marginais de rios.	Estrangulamento (construção) das seções de escoamento dos rios.	Inundações.
	Ocupação de encostas.	Erosão de encostas e carregamento de lixo pelas chuvas.	Entupimento de sistemas de drenagem; inundações.
	Pavimentação com asfalto.	Impermeabilização do solo.	Acentuação de enchentes.
	Aumento da concentração de dejetos nas águas.	Sobrecarga de sistemas de tratamento de água.	Degradação do corpo de água receptor.

Fonte: Observatório das Águas. *Água e Pacto Federativo*, p. 15, mar. 2002.

Extrato 12: **B2**, p. 97



No caso do extrato 12 acima, os textos subsequentes ao texto *Tema em Foco*, no qual esta tabela se encontra inserida, exploram o conteúdo químico propriamente dito, com pouquíssima articulação com a temática explorada inicialmente. No entanto, este é o trecho que mais aborda a problemática ambiental gerada pelos insumos agrícolas nas reservas de água.

Os temas como assoreamento dos rios, eutrofização e salinização do solo e da água, mencionados na tabela podem ser melhor desenvolvidos através de um trabalho interdisciplinar com a componente curricular biologia. O estudo dos ânions (em especial nitrato e fosfato), por exemplo, pode ser articulado com a explicação do processo de eutrofização.

Da mesma forma como a função inorgânica sais podem ser estudada no contexto da salinização das águas e solo. Estes assuntos permitem uma contextualização visando superar o estudo de conceitos químicos dissociados de situações significativas.

No extrato 13, apresentado à direita, é utilizada a problemática dos pesticidas na água para exemplificar o método de extração por solvente explicado pela box, a título de curiosidade.

No livro **A3** também há dois trechos onde é mencionado o caso do rio Reno, que foi contaminado por pesticidas altamente tóxicos em 1986. Estes não exploram com uma maior riqueza de detalhes a problemática ambiental gerada pelos agrotóxicos, e servem apenas como exemplo.

O conceito de qualidade de vida à luz do conhecimento popular está atrelado à qualidade do ar, já que “respirar ar puro faz bem a saúde”. Este é um interessante viés para que o professor de química explore tais visões advindas do senso comum, no que diz respeito ao sentido científico de pureza. Apesar de o termo puro estar aplicado equivocadamente na situação acima mencionada, a qualidade do ar que se respira está sim altamente associada à saúde humana.

E o “ar puro do campo”, há muito deixou de ter esta conotação popular, como

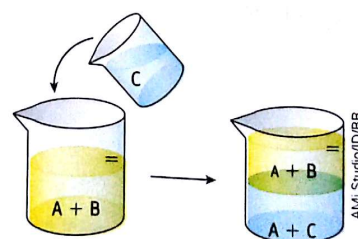
### Saiba mais

#### Extração de pesticidas

Quando certos líquidos, como, por exemplo, água e óleo, são agitados em conjunto em um recipiente e a mistura deixada em repouso, os dois líquidos separam-se em duas camadas. Tais líquidos são ditos imiscíveis, considerando que eles são quase totalmente insolúveis entre si.

A remoção de um soluto de uma solução aquosa por meio de um solvente imiscível em água é denominada extração por solvente. Esta técnica, muito empregada para separações, está baseada na diferente solubilidade do soluto nos dois solventes.

A acetonitrila, por exemplo, é normalmente utilizada na extração de pesticidas da água. Pesticidas são aplicados em plantações com o objetivo de eliminar pragas, aumentando a produtividade das lavouras. Os pesticidas são tóxicos se ingeridos por pessoas ou animais e capazes de causar impactos no meio ambiente devido à contaminação do lençol freático e dos rios. Para controlar abusos no emprego dessas substâncias eles devem ser extraídos, identificados e quantificados em amostras de água, solo e plantas.



Princípio da técnica de extração por solvente.

Fonte de pesquisa: VOGEL, A. *Química analítica qualitativa*. 5. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1981. p. 148.

Extrato 13: **D3**, p. 114

mencionado em um documento do Ministério do Meio Ambiente e do Ministério da Saúde intitulado Compromisso pela Qualidade do Ar e Saúde Ambiental:

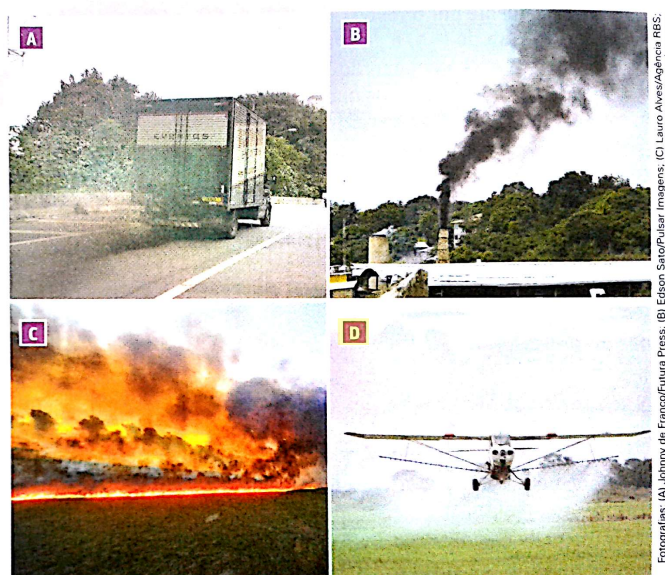
Outra importante fonte de poluição atmosférica são as atividades agrossilvo-pastoris, que lançam para a atmosfera diversos tipos de poluentes associados a queimadas e incêndios florestais, à movimentação do solo e pulverização de fertilizantes e agrotóxicos. (BRASIL, 2009, p. 8)

O extrato 14 abaixo está em concordância com a citação acima, já que o trecho do texto assinala a aplicação de pesticidas por via aérea como uma das fontes de emissão de poluentes atmosféricos.

### Qualidade do ar

Nos dias atuais, quase todos os lugares sofrem com os efeitos da poluição atmosférica provocados localmente ou não. Nas metrópoles, por exemplo, a grande circulação de veículos que utilizam combustíveis fósseis é uma das principais causas da poluição do ar. Além de carros, caminhões e ônibus, outras fontes de emissão contribuem para a piora da qualidade do ar, como processos industriais e usinas termoeletricas. Já nas regiões rurais, a utilização de pesticidas dispersos no ar por aviões ou veículos, as queimadas de matas e lavouras e o emprego de combustíveis fósseis para movimentar tratores, geradores e máquinas são alguns exemplos de fontes de emissão de poluentes.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) considera poluente qualquer espécie química presente no ar que, pela sua concentração, torna o ar impróprio ou nocivo à saúde humana, à fauna e à flora, ou cause danos às construções, monumentos, etc.



Diferentes fontes de emissão de poluentes. Em A, caminhão liberando fumaça preta na Marginal Pinheiros em São Paulo (SP), 2012. Em B, poluição liberada pela chaminé de uma fábrica de peças de cerâmica em Boa Vista (RR), 2012. Em C, incêndio na Estação Ecológica do Taim (RS), 2013. Em D, avião pulverizando pesticida em plantação de arroz em Lagoa da Confusão (TO), 2005.

Extrato 14: **D1**, p. 240

O trecho acima está acompanhado por uma imagem que ilustra a pulverização aérea de agrotóxicos. Apesar de ser a única unidade de significado que menciona a problemática atmosférica causada pelos agrotóxicos, ela se dá de modo superficial, apenas para exemplificação, embora não se possa negar a importância de mencionar o assunto no texto.

No entanto, esta pode ser melhor explorada, dada sua gravidade. Um estudo em 1991 revelou que boa parte dos agrotóxicos aplicados é perdida durante a aplicação (menos de 0,1% atinge efetivamente as pragas). Tal estudo mostrou que a uma distância de 32 quilômetros da área aplicada por aviões puderam ser encontrados tais poluentes a deriva (FERREIRA, 2015).

Já o estudo realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em 2004, comprovou os perigos associados a pulverização aérea de agrotóxicos. Este revelou que, mesmo quando as aplicações ocorrem em condições ideais, 49% dos pesticidas pulverizados vão para o solo, 32% ficam retidos nas plantas e 19% são dissipados pelo ar (FERREIRA, 2015).

Ferreira destaca a importância de uma legislação que proíba a pulverização aérea no Brasil:

Entretanto, diante dos consideráveis danos ao meio ambiente decorrentes da pulverização aérea desses produtos, a aplicação dos princípios da prevenção e da precaução impõe a proibição de tal atividade, principalmente porque existem outras alternativas – como a aplicação terrestre de tais produtos ou a utilização de outras técnicas de cultivo que não envolvam a utilização de agrotóxicos (FERREIRA, 2015, p. 35).

Infelizmente, o que observamos atualmente vai na direção oposta da fala de Ferreira, uma vez que o atual presidente permitiu (através da lei 13.301/junho de 2016) a dispersão de inseticidas em áreas urbanas com aeronaves (BRASIL, 2016). Assim, a situação que parecia estar restrita às áreas rurais toma ainda maiores proporções, e necessita ser problematizada.

Há outro trecho (extrato 15 abaixo), que apenas cita os pesticidas como um poluente presente em ambientes fechados. Este se encontra em um texto *Saiu na Mídia*, e está dissociado ao conteúdo químico explorado a seguir.

**Pesticidas** – 80% da exposição da maioria das pessoas a pesticidas acontece em ambientes fechados. Níveis mensuráveis de até 12 pesticidas já foram medidos no ar interior.

#### Extrato 15: **C1**, p. 222

Os dados trazidos no trecho são alarmantes, apesar do pequeno enfoque dado a ele. O texto poderia ter mais elementos para que o leitor ter uma ideia maior de como tal aspecto ocorre e seus desdobramentos.

O agrotóxico também apareceu nas obras analisadas associado a temática do lixo. Tal temática é de extrema importância para desenvolver a consciência ambiental dos alunos, estando intimamente relacionada aos estudos CTS. É importante que o aluno compreenda que o descarte adequado do lixo por ele gerado é de sua responsabilidade, uma vez que realizá-lo inadequadamente gera sérios impactos ambientais.

Esta problemática ambiental é maximizada quando tratamos das embalagens de pesticidas, por terem sido reservatório de formulações extremamente tóxicas. O manejo adequado é fundamental para reduzir os danos que estes compostos já provocam ao meio ambiente. No Brasil há a Política Nacional de Resíduos Sólidos PNRS (Lei 12.035/agosto de 2010), que regulamenta em seu artigo 33º:

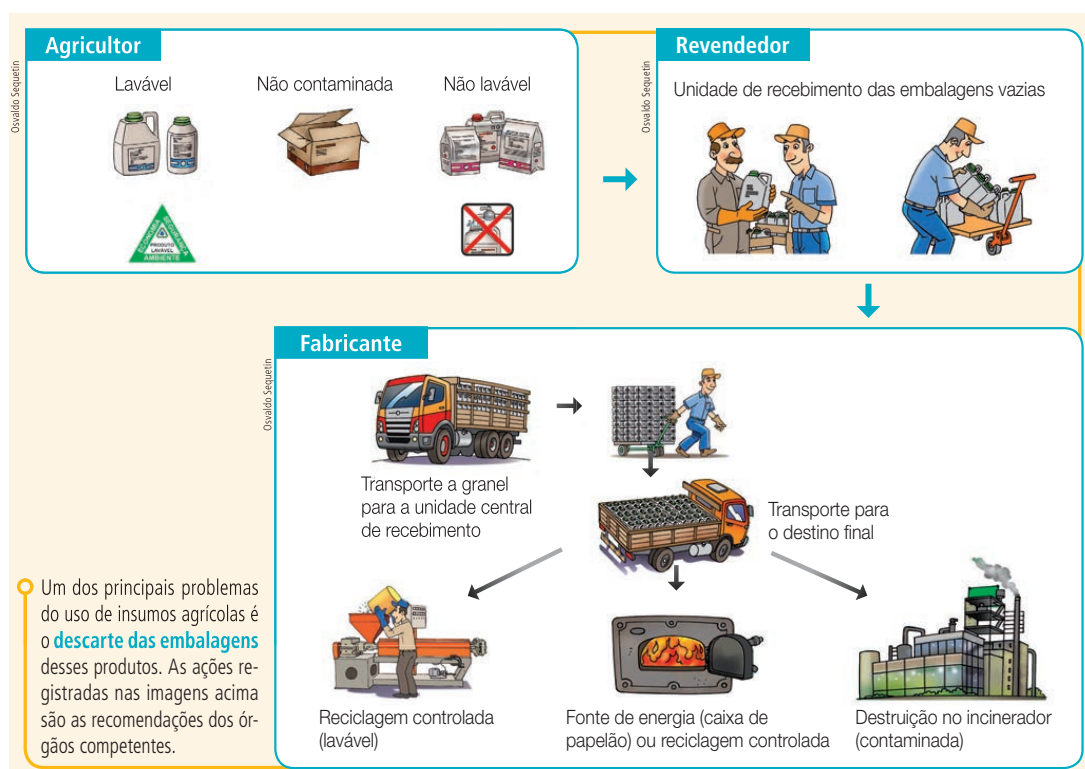


São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas; [...](BRASIL, 2010)

A temática do lixo associada a resíduos agrícolas é abordada apenas no livro **B1**. Nele, há uma tabela que lista os materiais domésticos cujo descarte é potencialmente perigoso, que incluem pesticidas, inseticidas, herbicidas, repelentes.

Durante o texto *Tema em Foco* que trabalha a temática do lixo, é mencionado que o reaproveitamento nem sempre é viável, devido ao risco à saúde, como por exemplo os frascos de agrotóxico. Estes devem ser descartados, seguindo a orientação do fabricante. O livro traz um esquema (extrato 16 abaixo) que ilustra como deve ocorrer o descarte de embalagens vazias de agrotóxicos.

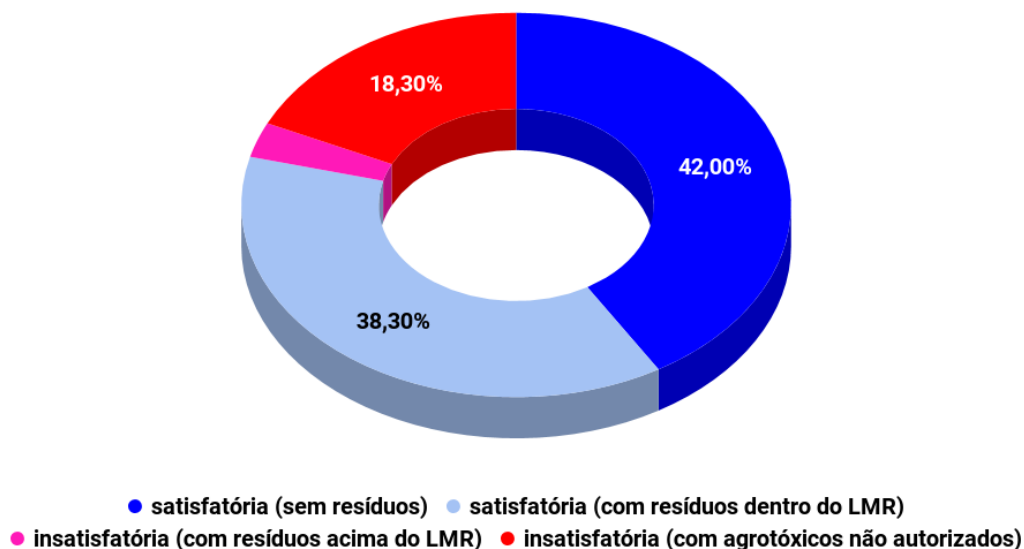


Extrato 16: **B1**, p. 222

No mesmo texto *Tema em Foco*, há a classificação do lixo, utilizando como critério sua origem em relação à atividade humana. Assim, a tabela inclui o lixo agrícola e define-o como resíduos sólidos provenientes das atividades agrícolas e pecuárias como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração e restos de colheita.

Desde 2008 o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, e um dos reflexos deste amplo uso é a elevada contaminação dos alimentos que consumimos

(CARNEIRO, 2015). A figura 6 reúne dados apresentados pelo mais recente relatório das análises de amostras monitoradas pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), de 2016. Estas amostras englobam 25 alimentos presentes na dieta da população brasileira, como arroz, banana, batata, feijão, laranja, maçã, entre outros (ANVISA, 2016).



Fonte: ANVISA  
Elaboração: a autora

Figura 6: Amostras segundo a presença ou a ausência de resíduos, resultados do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) de 2016 (ANVISA, 2016). LMR é o Limite Máximo de Resíduos, definido pela ANVISA.

Os resultados acima são alarmantes, já que 58,0% das amostras analisadas apresentaram resíduos de agrotóxicos e dentre elas, 18,3% apresentaram agrotóxicos proibidos para a cultura analisada (ANVISA, 2016).

Sabendo-se dos riscos provocados pela exposição continuada aos agrotóxicos, podendo levar a quadros de intoxicação crônica, por exemplo, nós consumidores devemos buscar soluções para evitar a ingestão de alimentos contaminados.

Neste sentido, há dois trechos em diferentes livros que envolvem a presença de resíduos nos alimentos e sugestões de alternativas aos consumidores (extratos 17 e 18 a seguir).

O quadro *Atitude Sustentável* do extrato 17 abaixo se encontra durante um texto *Tema em Foco*, e engloba dicas para o consumidor reduzir o consumo de alimentos com agrotóxicos residuais.

O site da ANVISA apresenta uma seção onde reúne perguntas e respostas sobre agrotóxicos em alimentos. Nele, o consumidor é orientado a tomar algumas medidas para diminuir a exposição a resíduos de agrotóxicos nos alimentos, como buscar comprar alimentos da época (uma vez que recebem em média uma menor carga de

agroquímicos), e alimentos orgânicos ou originários de sistemas agroecológicos.\*



## Atitude sustentável

### Como selecionar alimentos com menos resíduos de agrotóxicos

 <p>Procure comprar preferencialmente frutas e verduras da época, já que para serem produzidas fora de tempo recebem elevada carga de agrotóxicos.</p>	 <p>Prefira alimentos de tamanho normal, pois os que possuem tamanhos maiores, em geral, foram produzidos com adubação excessiva e uso de reguladores. A boa aparência, muitas vezes, esconde uma grande quantidade de veneno.</p>
 <p>Retire as folhas externas das verduras, pois geralmente concentram mais agrotóxicos.</p>	 <p>Evite alimentos oriundos de regiões muito distantes, visto que para a sua durabilidade recebem grandes doses de conservantes.</p>
 <p>Procure descascar as frutas, uma vez que muitos resíduos dos agrotóxicos concentram-se nas cascas.</p>	 <p>Lave as verduras, os legumes e as frutas e mergulhe-os em solução de água (1 litro) e vinagre (4 colheres) por 20 minutos para retirar algumas substâncias indesejáveis.</p>
 <p>Evite legumes e frutas brilhantes: muitos deles são encerados para aumentar a conservação e a aparência, como tomates, pimentões, maçãs e peras.</p>	 <p>Retire a gordura de todas as carnes e também a pele de aves, porque os resíduos de produtos químicos, como agrotóxicos, hormônios e antibióticos, tendem a se concentrar na gordura.</p>
	 <p>Procure reduzir o consumo dos produtos convencionais que mais recebem dosagens de agrotóxicos (pêssegos, maçãs, uvas, figos, goiabas, morangos, peras, papaias, melões, nectarinas e tomates). Tente substituí-los por produtos orgânicos.</p>

Extrato 17: **B1**, p. 306

Tais indicações, estão em consonância com as dicas expostas no extrato 17. No entanto, há a indicação de redução do consumo de produtos convencionais que recebiam doses elevadas de agrotóxicos. Os produtos citados, como maçãs, uvas, tomates, e morangos são excelentes fontes de fibras, vitaminas e sais minerais importantes na alimentação, bem como de vários compostos que contribuem para a prevenção de doenças (BRASIL, 2014a).

Sabendo-se que a Organização Mundial da Saúde recomenda o consumo de 400g diários de frutas e hortaliças, por no mínimo 5 dias na semana, e que apenas 24,1%

\* dados da seção do site da ANVISA sobre Perguntas e respostas sobre agrotóxicos em alimentos, disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br/duvidas-sobre-agrotoxicos-em-alimentos>>. Acesso em junho de 2017.

dos brasileiros ingerem esta quantidade,\* a indicação realizada no extrato 17 é séria e vai contra uma alimentação saudável e balanceada, ou seja, parece haver uma contradição entre o extrato e a indicação da organização mundial de saúde.

Com base no texto a seguir, responda às duas próximas questões.

[...] Um projeto iniciado no Rio Grande do Sul pretende reduzir a quantidade de agrotóxicos aplicada nas lavouras convencionais, oferecendo uma alternativa mais barata a quem não consegue encher a geladeira com orgânicos mas quer uma alimentação mais saudável. Sob a orientação da Embrapa, centro de pesquisa agrícola do governo, os agricultores aderem voluntariamente a um programa de manejo de pragas sem o uso indiscriminado de defensivos agrícolas prejudiciais ao meio ambiente e à saúde dos roceiros. [...] Os produtos desse sistema de plantio serão identificados pela sigla PIN (de Produção Integrada) e por um selo do Inmetro (a seguir, uma lista de produtos e os riscos específicos que o uso de agrotóxicos em seu cultivo acarreta para o consumidor).

#### 1. TOMATE

O tomateiro adoece facilmente. Daí o uso intensivo de defensivos químicos no cultivo de larga escala e a alta dose de resíduos tóxicos. O orgânico e o tipo cereja são mais resistentes a pragas e levam menos agrotóxicos.

#### 2. CENOURA

[...] A maior parte do agrotóxico fica na casca. Descascar a cenoura a lava de 90% dos resíduos – mas também de nutrientes importantes.

#### 3. ALFACE

[...] A Anvisa achou resíduos químicos indevidos em 28,68% das amostras de alface – daí a vantagem da versão orgânica.

#### 4. MORANGO

[...] Um morangueiro pode receber 45 pulverizações até a colheita. Na análise da Anvisa, 37,68% das amostras tinham resíduos inadequados.

#### 5. MAÇÃ

Os pesticidas aplicados à macieira podem atravessar a casca fina e chegar à polpa da fruta. As maçãs do Sistema de Produção Integrada, com a marca PIN, têm 25% menos pesticidas que as convencionais.

#### 6. GOIABA

Ainda mais sujeita ao ataque de pragas do que as demais frutas. A versão orgânica é rara e pode conter larvas. O sistema de Produção Integrada ainda estuda um projeto-piloto para a fruta. [...]

MONTEIRO, Beatriz. Como se livrar dos agrotóxicos em sua mesa. Disponível em: <<http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EDR79457-7508,00.html>>. Acesso em: 6 abr. 2013.

5. Na sua opinião, por que os agricultores se veem impedidos a usar agrotóxicos?
6. Analise que providências podem ser tomadas para que as pessoas minimizem a ingestão de agrotóxicos sem deixar de consumir frutas e legumes.

Extrato 18: **D3**, p. 129

Neste sentido, a indicação no site da ANVISA citado acima enfatiza que “a impossibilidade de aquisição de alimentos orgânicos não deve ser motivo para a diminuição no consumo de frutas, legumes e verduras produzidos pelo sistema convencional de cultivo”.\*\*

Outra afirmação no extrato 17 que deve ser lida com cautela diz respeito ao tamanho dos alimentos, associando tamanhos maiores a uma maior quantidade de veneno aplicada. É sabido que a qualidade do solo é um fator importante para o desenvolvimento dos frutos, e assim, os produtos orgânicos não devem ser pensados como frutos pequenos.

Há dois grandes modos de ação dos agrotóxicos, que independem da forma como

\* dados do site Agência Brasil, disponível em <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-04/pesquisa-241-dos-brasileiros-consomem-frutas-e-hortalicas-recomendadas>>. Acesso em maio de 2017.

\*\* dados da seção do site da ANVISA sobre Perguntas e respostas sobre agrotóxicos em alimentos, disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br/duvidas-sobre-agrotoxicos-em-alimentos>>. Acesso em junho de 2017.

foram aplicados. Os pesticidas de contato agem na parte externa do alimento, enquanto que os sistemas atuam no interior das polpas e folhas.\* Assim, como exposto no trecho do extrato 17, descascar os alimentos, lavá-los e remover as folhas externas das verduras auxilia a remoção dos resíduos externos (principalmente no caso de agrotóxicos de contato), mas são incapazes de remover os resquícios no interior dos frutos.\*

Vale ressaltar que a remoção da casca e folhas externas das verduras levam à perda de nutrientes importantes, como mencionado no extrato 18 apresentado acima.

No que diz respeito a lavagem dos alimentos, a indicação presente no site da ANVISA é de colocar os alimentos de molho em água com água sanitária por 20 minutos, a fim de reduzir a presença de microrganismos indesejáveis.\* Já o trecho do extrato 17 menciona o uso de uma solução diluída de vinagre para remoção de algumas substâncias indesejáveis.

Neste sentido, Rodrigues, em sua tese, avaliou a eficiência de processamentos químicos e físicos na remoção de resíduos de agrotóxicos em pimentões e tomates. As amostras foram tratadas com 3 agrotóxicos diferentes (sendo dois de ação sistêmica e um de contato) e submetidos a lavagem com soluções de bicarbonato de sódio (1,5% e 5%), ácido acético (0,15% e 5%), hipoclorito de sódio (0,04% e 1%), detergente (0,25% e 1%) e água ozonizada (a 1 e 3 mg/L) (RODRIGUES, 2016).

Foram verificadas as quantidades de resíduos após tais lavagens, bem como após a remoção das cascas. Os resultados mostraram que a água ozonizada 3 mg/L apresentou a melhor eficiência na remoção de resíduos nos tomates e pimentões, (removendo em média 69% da azoxistrobina, 77 % do difenoconazol e 88% do clorotalonil aplicado). Entre as soluções de uso doméstico, a de bicarbonato 5% foi a mais efetiva e o descascamento das amostras permitiu a removeu em média 88%, 79% e 68% dos resíduos de clorotalonil, difenoconazol e azoxistrobina, respectivamente (RODRIGUES, 2016).

Como conclusões, Rodrigues pode verificar que a utilização de soluções ácidas, básicas e oxidantes efetivamente reduziram os resíduos dos agrotóxicos analisados, sendo mais eficazes que a simples lavagem com água (RODRIGUES, 2016).

No entanto, é importante ressaltar que estes resultados se aplicam apenas aos dois alimentos pesquisados expostos aos três tipos de agrotóxicos usados na pesquisa. As diversas culturas alimentares que consumimos recebem aplicações de inúmeras formulações de pesticidas existentes atualmente, e que muitos destes produtos aplicados já apresentam seu uso proibido e/ou vem de origem não certificada.

O extrato 18 acima, é um exercício que possui um texto contextualizando uma al-

---

\*dados da seção do site da ANVISA sobre Perguntas e respostas sobre agrotóxicos em alimentos, disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br/duvidas-sobre-agrotoxicos-em-alimentos>>. Acesso em junho de 2017.



alternativa para o consumidor que busca uma alimentação mais saudável, mas que não tem condições de arcar com o alto custo dos produtos orgânicos. Os questionamentos que seguem o texto estão relacionados a ele e propõem reflexão crítica do tema durante a resposta. Os dois questionamentos envolvem a opinião dos alunos sobre o motivo de os agricultores se verem impelidos a utilizarem agrotóxicos e a realização de uma análise das providências que podem ser tomadas para minimizar a ingestão de agrotóxicos sem deixar de consumir frutas e legumes.

Assim, fica evidente a diferente abordagem que os extratos 17 e 18 dão sobre a ingestão de alimentos, sabidamente contaminados por agrotóxicos – como apresentado pelo relatório mais recente Programa de Análises de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos.

No início dos anos 1970 os agrotóxicos organoclorados foram sendo proibidos em diversos países, e só 15 anos depois esta restrição foi estabelecida no Brasil. Esta atitude se deu após a comprovação da ação danosa destes pesticidas no meio ambiente. Os organoclorados já foram encontrados em diversas matrizes, denotando a persistência destes na natureza, devido sua grande estabilidade físico-química, não volatilidade a temperatura ambiente, além da lipofilicidade que possibilita a bioacumulação ao longo da cadeia alimentar (BORSOI et al., 2014).

Algumas unidades de significado relacionam à questões ambientais envolve os resíduos de agrotóxicos nas mais diversas fontes, como exemplificado trecho do extrato 19 referindo-se ao DDT. Estes trechos ilustrados pelo extrato 19 abaixo mencionam a acumulação e persistência dos pesticidas organoclorados.

A acumulação destes pesticidas no tecido adiposo de organismos citada no extrato 20 a seguir ocorre devido a lipofilicidade destes compostos.

No ambiente, é encontrado na água, no ar, no solo, nas frutas e nas verduras e nos animais. Também aparece no leite materno, contaminando bebês. Os resíduos do DDT provocaram contaminação planetária: há vestígios de DDT até em focas e pinguins da Antártida, região em que não foi usado. E a situação se agrava, pois esse produto é quimicamente estável e permanece no ambiente dezenas de anos sem ser alterado. Por isso, o DDT tem sido proibido em muitos países.

Extrato 19: **B1**, p. 221

Hoje, podem-se ver os efeitos decorrentes do uso indiscriminado de compostos organoclorados relacionados com a contaminação de seres humanos e com a possível ocorrência de problemas patológicos. As preocupações sobre o contágio se baseiam na acumulação e

persistência de pesticidas organoclorados na cadeia alimentar, encontrados, especialmente, no tecido adiposo dos organismos estudados.

Extrato 20: **D3**, p. 136

A menção destes impactos se dá em pequenos trechos, mas apesar de breve, está presente e pode despertar o interesse nos alunos para buscar maiores informações. Há possibilidade de um trabalho interdisciplinar, onde os professores podem se utilizar de fontes com maior aprofundamento sobre impactos acima relatados.

Outro aspecto dos agrotóxicos diz respeito a classificação vigente, em que estes podem ser classificados como *fungicidas* se empregados contra fungos, *inseticidas*, no combate a insetos, *herbicidas*, para controlar plantas invasoras, *fumegantes*, para

controlar bactérias do solo, *desfolhantes*, para remover folhas indesejadas, *nematicidas* para combate a nematóides, *raticidas* para controle de roedores e *acaricidas* para combate de ácaros (BORSOI et al., 2014).

Há também a classificação quanto sua periculosidade ambiental, que correlaciona classes de I a IV e cores, de verde a vermelho (BORSOI et al., 2014). Esta classificação é abordada apenas pelo livro **B1**.

Hoje já são sabidos muitos dos efeitos prejudiciais a saúde causados por agrotóxicos. Os sintomas referentes a intoxicações agudas ou crônicas por pesticidas estão reunidos no quadro 2.

PRAGA QUE CONTROLA	GRUPO QUÍMICO	SINTOMAS DE INTOXICAÇÃO AGUDA	SINTOMAS DE INTOXICAÇÃO CRÔNICA
Inseticidas	Organofosforados e carbamatos	Fraqueza, cólicas abdominais, vômitos, espasmos musculares e convulsões	Efeitos neurotóxicos retardados, alterações cromossomiais e dermatites de contato
	Organoclorados	Náuseas, vômitos, contrações musculares involuntárias	Lesões hepáticas, arritmias cardíacas, lesões renais e neuropatias periféricas
	Piretroides sintéticos	Irritações das conjuntivas, espirros, excitação, convulsões	Alergias, asma brônquica, irritações nas mucosas, hipersensibilidade
Fungicidas	Ditiocarbamatos	Tonteiras, vômitos, tremores musculares, dor de cabeça	Alergias respiratórias, dermatites, doença de Parkinson, cânceres
	Fentalamidas	-	Teratogêneses
Herbicidas	Dinitroferóis e pentaclorofenol	Dificuldade respiratória, hipertermia, convulsões	Cânceres (PCP-formação de dioxinas), cloroacnes
	Fenoxiacéticos	Perda de apetite, enjoo, vômitos, fasciculação muscular	Indução da produção de enzimas hepáticas, cânceres, teratogêneses
	Dipiridilos	Sangramento nasal, fraqueza, desmaios, conjuntivites	Lesões hepáticas, dermatites de contato, fibrose pulmonar

Fonte: OPAS/OMS (1996).

Fonte: Dossie Abrasco, 2015

Quadro 2: Classificação e efeitos e/ou sintomas agudos e crônicos dos agrotóxicos (CARNEIRO, 2015).

Apenas no livro **B1** é comentada a diferença entre intoxicações agudas, que se dão rapidamente (com efeitos imediatos) e crônicas, quando os efeitos surgem a longo prazo (extrato 21 a seguir).

Já o extrato 22 abaixo ilustra o observado em algumas unidades de significado quanto à intoxicação humana por agrotóxicos.

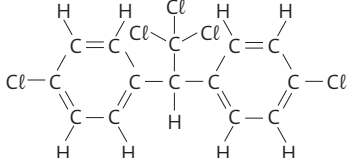
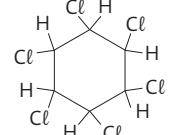
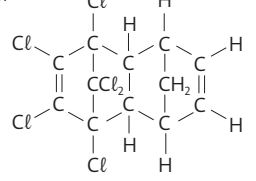
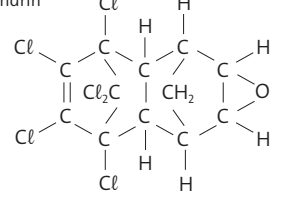
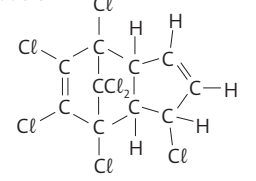
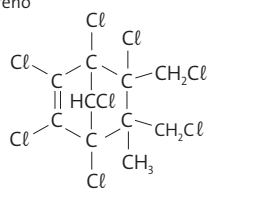
Descobriu-se que o DDT tem a capacidade de se acumular no tecido gorduroso dos animais e, em longo prazo, causar gravíssimos problemas de saúde como, por exemplo, alterações no sistema nervoso. A suspeita mais grave é a de que seja uma substância carcinogênica, ou seja, causadora de câncer. Não há estudos conclusivos, mas já se constatou que alguns grupos de pacientes com câncer apresentam maior concentração de DDT do que pessoas saudáveis.

A contaminação pelo DDT pode ocorrer por inalação, ingestão ou contato com a pele.

### Extrato 21: B1, p. 221

Uma pesquisa publicada no jornal *Diário do Nordeste*, de 29 de dezembro de 2001, revela um fato assustador: 47% das emergências por intoxicação são causadas por produtos agrícolas ou domésticos. Esses resultados foram obtidos com base no estudo de 6 297 casos de emergência toxicológica, registrados no período de 1998 a 2000. Segundo esse estudo, 36% das intoxicações foram provocadas por praguicidas.

### Extrato 22: B2, p. 34

Organoclorados: compostos orgânicos persistentes		
Nome e fórmula	Indicações de uso	Ação no ambiente e no organismo humano
DDT 	Utilizado no combate ao mosquito do gênero <i>Anopheles</i> , transmissor da malária, doença infectocontagiosa que provoca hemólise (rompimento das hemácias com liberação da hemoglobina no plasma sanguíneo). Pode levar à morte.	O DDT é um desregulador hormonal e afeta os sistemas genital, nervoso e imunitário. Acredita-se que possa causar câncer em seres humanos.
BHC 	Muitos países ainda utilizam o BHC como fungicida para proteger as sementes de cebola, trigo e sorgo. Além disso, é utilizado como solvente e aditivo na produção de borracha, plásticos e PVC.	O BHC pode prejudicar o fígado, a glândula tireoide e os rins e afetar de forma geral os sistemas endócrino, imunitário, genital e nervoso. Pode causar câncer.
Aldrin 	Muitos países ainda o utilizam no combate aos cupins. Foi muito utilizado na agricultura no combate a vermes do solo e a escaravelhos e, na veterinária, no controle de vetores (transmissores de doenças).	Foi relacionado a disfunções hepáticas, nervosas, imunológicas e hormonais, além de ser teratogênico e carcinogênico.
Endrin 	Começou a ser utilizado em 1951 no controle de aves em edifícios e de insetos e roedores nos campos e pomares, principalmente na plantação de algodão, milho, cana-de-açúcar, maçãs e flores. Ainda há países que continuam a permitir sua utilização.	Seus efeitos tóxicos no organismo de animais e de seres humanos são bastante semelhantes aos do aldrin. Pode permanecer no solo por até quatorze anos e contaminar o lençol freático.
Heptacloro 	Controle de insetos de solo, cupins, pragas do algodoeiro, gafanhotos e também do mosquito do gênero <i>Anopheles</i> , transmissor da malária.	Provoca sérios danos aos sistemas endócrino e genital, além de causar câncer de bexiga em seres humanos.
Toxafeno 	Controle de pestes do algodoeiro, de cereais, de árvores frutíferas e de vegetais. Também já foi usado no combate a parasitas de gado e de aves.	Está relacionado com a diminuição da expectativa de vida, a interrupção da produção de hormônios, a diminuição da fertilidade e com alterações comportamentais. Pode causar disfunções renais e câncer.

### Extrato 23: C3, p. 80



No quadro do extrato 23, apresentado acima, é mostrada a fórmula molecular de alguns compostos organoclorados e a correlação destas com as indicações de uso e ação tanto no ambiente quanto no organismo humano.

Tendo em vista a elevada toxicidade dos agrotóxicos mencionada acima, se faz necessário o uso de equipamentos de proteção individual (EPI). Segundo as normas técnicas aplicáveis aos EPIs para aplicação de agrotóxicos, faz-se necessário o uso de capuz ou balaclava, vestimenta para proteção do tronco, perneiras, calças, calçados e macacão, identificando como riscos, os respingos e névoas desses produtos com alta e baixa exposição.

Alguns trechos comentam a necessidade de equipamentos de proteção, como ilustrado no extrato 24 a direita.



Ricardo Azoury/Pulsar Imagens

O uso de roupas apropriadas, máscaras e luvas na aplicação de agrotóxicos infelizmente ainda não é rotina para a maioria dos agricultores brasileiros.

Extrato 24: **B1**, p. 221

Refletindo criticamente sobre a forma atual de produção de alimentos nos faz buscar por alternativas que causem menos impactos ao planeta, e a agroecologia surge como uma resposta. A abordagem desta prática pelos livros didáticos resume-se ao livro **B1**, como ilustrado no extrato 25.

Uma das práticas da agricultura orgânica está no emprego de técnicas de sistemas conhecidos como sistemas agroflorestais. Esse sistema emprega técnicas integradas que preservam o ambiente, aproveitando melhor os recursos da propriedade rural, e interferem o mínimo possível no equilíbrio ecológico. Usam-se adubos produzidos por animais e vegetais da propriedade; os recursos hídricos são explorados racionalmente e sem contaminação; a criação de animais e o cultivo da lavoura são conduzidos de forma conjugada com a vegetação natural, preservando-a o máximo possível; o controle de pragas é feito por meio biológico, utilizando-se predadores naturais para combater animais e fungos que atacam a lavoura; não são empregados agrotóxicos, hormônios nem antibióticos.

Essa agricultura difere enormemente da convencional, apresentando as seguintes vantagens: preservação do ambiente; melhora da qualidade nutritiva e do sabor dos alimentos; não contaminação de agricultores e consumidores com agrotóxicos; aumento da produtividade a longo prazo, uma vez que, com a agricultura convencional, o solo tende a se esgotar com o passar do tempo. Entre as desvantagens dessa agricultura, podemos citar: despendem-se mais tempo e trabalho na produção; alguns frutos muitas vezes são menores; e os produtos podem chegar a custar mais do que o dobro dos alimentos produzidos pela agricultura convencional.

Extrato 25: **B1**, p. 304-5

Quanto a eficiência agrônômica de uma produção que segue os preceitos agroecológicos...

cológicos, existem estudos que a comprovam. Em 26 países foram examinadas 62 iniciativas de proteção integrada das culturas, em sistemas visando uma agricultura mais sustentável, e os resultados foram promissores. Os pesquisadores puderam concluir que o uso de agrotóxicos pode ser reduzido sem que haja redução nas colheitas (FERREIRA, 2015).

Como os produtos orgânicos estão em voga atualmente, é importante discutir a respeito, principalmente no ensino formal. Assim, os alunos poderão exercer a cidadania de modo consciente ao decidir que produtos consumir por avaliar suas origens.

Em linhas gerais, esta categoria reflete o processo de desenvolvimento científico e tecnológico relacionado a produção e utilização de agrotóxicos e suas implicações sociais, políticas, econômicas e principalmente ambientais. Tais aspectos reforçam as ideias de Angotti e Auth:

À medida que o uso abusivo de aparatos tecnológicos torna-se mais evidente, com os problemas ambientais cada vez mais visíveis, a tão aceita concepção exultante de ciência e tecnologia, e a finalidade de facilitar ao homem explorar a natureza para o seu bem estar começou a ser questionada por muitos (ANGOTTI; AUTH, 2001, p. 15).

Com isso, não estamos negando a importância do desenvolvimento científico e tecnológico, mas sim enfatizando a necessidade de ser acompanhado de reflexões e análise crítica dos impactos sociais tanto nos livros analisados quanto no trabalho desenvolvido em sala de aula.

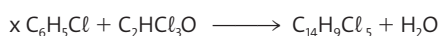
### 5.2.3 Agrotóxicos para Desenvolver Aspectos Conceituais

As unidades de significado reunidas nesta categoria, em sua maior parte, são exercícios que se utilizam das estruturas moleculares dos agrotóxicos para questionamentos quanto a presença de grupos funcionais, de cunho puramente conceitual. Deste modo, não é observada a articulação entre contexto e conceito. As questões também abordam os conceitos de massa molecular e balanceamento de reações químicas, como exemplificado no excerto do extrato 26 ao lado.

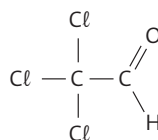
**5.** (Mack-SP) Em relação à equação abaixo, que representa a obtenção do DDT ( $C_{14}H_9Cl_5$ ), é INCORRETO afirmar que:

Dadas as massas molares (g/mol):

H = 1, O = 16, C = 12, Cl = 35,5



- o coeficiente x que torna a equação corretamente balanceada é igual a 2.
- o DDT é um composto orgânico oxigenado.
- se o  $C_2HCl_3O$  for um aldeído, sua fórmula estrutural será



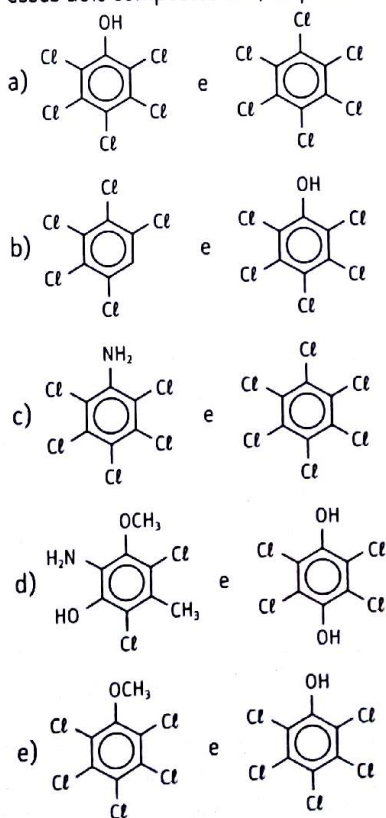
- cada molécula de DDT contém 5 átomos de cloro.
- a massa de 1 mol de moléculas de água é igual a 18 g.

Extrato 26: **C3**, p. 81

Já no exercício do extrato 27 abaixo, apesar de o enunciado contextualizar brevemente a temática dos agrotóxicos, a resolução envolve apenas respostas puramente conceituais.

Da mesma forma, o pequeno texto que acompanha a questão do extrato 28, à direita, sobre os tipos de pesticida organofosforados está a título de curiosidade, já que a resolução do exercício envolve apenas assinalar qual das fórmulas estruturais enquadra-se em um dos tipos de agrotóxico mencionados.

17. (Ufla-MG) Resíduos de defensivos agrícolas, muitas vezes depositados sobre o solo de forma incorreta, apresentam, entre outros compostos, o pentaclorofenol e o hexaclorobenzeno. As estruturas que correspondem a esses dois compostos são, respectivamente:

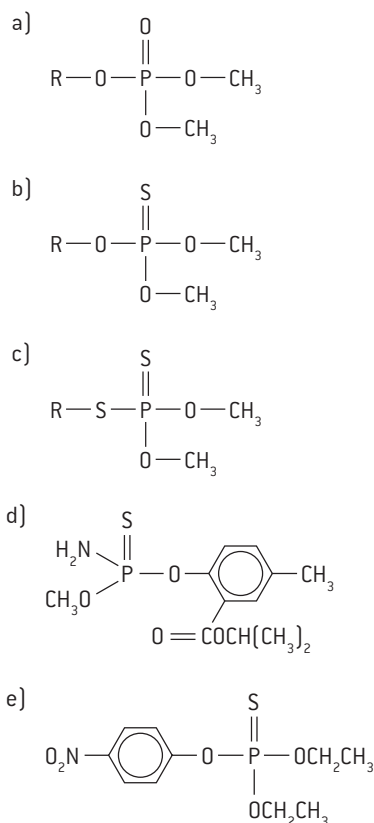


Extrato 27: **D3**, p. 145

083. [Enem] Os pesticidas modernos são divididos em várias classes, entre as quais se destacam os organofosforados, materiais que apresentam efeito tóxico agudo para os seres humanos. Esses pesticidas contêm um átomo central de fósforo ao qual estão ligados outros átomos ou grupo de átomos como oxigênio, enxofre, grupos metoxi ou etoxi, ou um radical orgânico de cadeia longa. Os organofosforados são divididos em três subclasses: Tipo A, na qual o enxofre não se incorpora na molécula; Tipo B, na qual o oxigênio, que faz dupla ligação com fósforo, é substituído pelo enxofre; e Tipo C, no qual dois oxigênios são substituídos por enxofre.

BAIRD, C. *Química Ambiental*. Bookman, 2005.

Um exemplo de pesticida organofosforado **Tipo B**, que apresenta grupo etoxi em sua fórmula estrutural, está representado em:



Extrato 28: **A3**, p. 82

Entretanto, há alguns trechos nos livros analisados que articulam de modo contextualizado os aspectos conceituais e a temática dos agrotóxicos, embora o enfoque principal seja a dimensão conceitual. Nestes, como exemplificado no extrato 29 abaixo, envolvem as novas tecnologias para o controle de pragas, como a marcação de insetos ou esterilização de machos da espécie através de radiação gama, feromônios e marcação de agrotóxicos para verificação dos resíduos deixados.

Os feromônios são substâncias químicas usadas na comunicação entre indivíduos da mesma espécie. Descoberta em 1950, esta comunicação provoca respostas com-

Diversas alternativas para o controle de insetos na lavoura têm sido desenvolvidas, como: uso de predadores naturais, método chamado controle biológico; esterilização por radiação nuclear; rodízio de culturas; desenvolvimento de novas espécies por engenharia genética (veja polêmica dos transgênicos no capítulo anterior) e controle químico com o uso de feromônios.

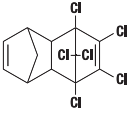
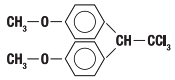
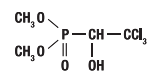
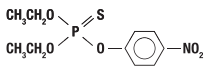

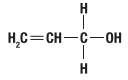
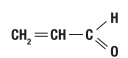
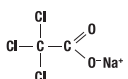
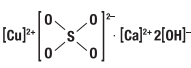
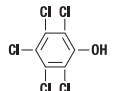
Feromônios são substâncias secretadas pelos seres vivos que permitem a comunicação com outros indivíduos da mesma espécie. É por meio da secreção dessas substâncias, por exemplo, que as formigas marcam as trilhas; as abelhas avisam a outros membros da colônia que um inimigo se aproxima; muitos insetos localizam os parceiros sexuais na ocasião do acasalamento ou avisam outros indivíduos para atacar ou se reunir em torno de algum alimento.

Os químicos têm desenvolvido técnicas de identificação e isolamento dessas substâncias, que podem ser utilizadas na agricultura para confundir os machos, que não encontram as fêmeas, ou em armadilhas que aprisionam milhares de insetos.

### Extrato 29: B1, p. 306

portamentais como alarme, colaboração na produção de alimentos, acasalamento e defesa, por exemplo (QUADROS, 1998).

Já a tabela do extrato 30 a seguir, encontra-se em um texto que aborda as várias visões que permeiam a temática dos agrotóxicos, mas infelizmente não permeia os textos seguintes.

CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS					
Tipo	Grupo	Exemplo	Toxicidade	Fórmula	Fórmula estrutural
Inseticida	Organoclorados (substâncias que possuem átomos de cloro)	Aldrin	altamente tóxico	$C_{12}H_9Cl_6$	
		Metoxicloro	pouco tóxico	$C_{16}H_{15}Cl_3O_2$	
	Organofosfatos (substâncias orgânicas derivadas do ácido fosfórico)	Triclorfon	pouco tóxico	$C_4H_8Cl_3O_4P$	
		Paration	altamente tóxico	$C_{10}H_{14}NO_3PS$	
	Outros	Brometo de metila	pouco tóxico	$CH_3Br$	
Herbicida	Álcool	Álcool alílico	pouco tóxico	$C_3H_5OH$	
	Aldeído	Acroleína	pouco tóxico	$C_3H_4O$	
	Ácido acético	TCA	pouco tóxico	$C_2Cl_3O_2Na$	
Fungicida	Sais de cobre	Calda bordalesa	pouco tóxico	$CuSO_4 \cdot Ca(OH)_2$	
	Carbamatos	PCP (pentacloro-fenol)	altamente tóxico	$C_6HCl_5O$	

### Extrato 30: B1, p. 219

Esta tabela abaixo se encontra dissociada do conteúdo químico explorado a seguir pelo capítulo (ligações químicas). Este conteúdo poderia ter sido desenvolvido todo com base nas estruturas químicas dos agrotóxicos por exemplo, tornando a contextualização real. Esta tabela classifica os agrotóxicos e poderia ser o ponto de partida para as explicações seguintes de ligações iônicas, uma vez que o herbicida TCA e a calda bordalesa ali exemplificadas apresentam este tipo de ligação.

Da mesma forma como todas os exemplos presentes na tabela apresentam ligações covalentes entre diferentes átomos, o que permite as demais explicações, como geometria molecular. Deste modo, o aprendizado proporcionado poderia ser mais significativo do que apenas apresentar uma tabela tão rica em conteúdos e não explorá-la (já que nem nos demais trechos do *Tema em Foco* ela é apenas melhor discutida).

Inúmeras outros conteúdos químicos podem ascender das estruturas químicas dos agrotóxicos apresentadas, como polaridade de ligações e das moléculas, forças intermoleculares, entre outros. Conceitos estes que são abordados de modo puramente conceitual nos capítulos seguintes.

As interações intermoleculares por exemplo, podem ser trabalhadas em conjunto com a componente curricular biologia, uma vez que tópicos como a bioacumulação dos agrotóxicos nos tecido adiposo dos organismos e permanência dos agrotóxicos no meio ambiente (explorado pela biologia) estão diretamente ligados as interações estabelecidas entre as moléculas envolvidas.

Os conceitos de bioacumulação e persistência podem ser explorados em conjunto com a componente curricular biologia, a acumulação nos tecidos adiposos de animais e persistência no meio ambiente pode ser utilizada para explicar polaridade de ligações e moléculas, bem como interações intermoleculares.

## 6 Considerações Finais

Todo o processo produtivo de alimentos pode ser estudado e compreendido sobre seus aspectos químicos, biológicos, históricos, políticos e sociais, e possui significância real, uma vez e a alimentação é uma questão diária de todos nós. Sua relevância é reforçada tendo em vista nossa economia nacional baseada no modelo agroexportador, bem como pelas riquezas naturais ímpares de nosso país.

A realização de trabalhos conjuntos destas componentes curriculares pode render belos frutos, rompendo com as concepções amplamente difundidas pelo senso comum em diversos aspectos que tangem a temática dos agrotóxicos, e sem dúvidas fomentar o senso crítico destes alunos no que diz respeito a todo o processo de produção dos alimentos que chegam a suas mesas.

E como foi discutido, a temática dos agrotóxicos tem intrínseca associação com as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. De modo que, este contexto explorado à luz do enfoque CTS no ensino formal propicia a formação cidadã dos educandos.

É forte a influência dos livros didáticos no modo que a educação formal vem se dando atualmente. Pode-se observar, através da análise aqui realizada, que a coleção do Mortimer e Machado é a que menos aborda a temática dos agrotóxicos, e isto se dá através de exemplos empregados durante os textos.

Em contraste, a coleção Química Cidadã elenca a maior parte dos aspectos aqui discutidos, revelando a importância que tal coleção dá ao tema. Apesar da abordagem reconhecidamente grande, a articulação entre este contexto e os conceitos químicos que o livro desenvolve é pobre. A contextualização poderia estar mais atrelada ao conteúdo químico. Na verdade, a partir do contexto explorado é que os saberes químicos conceituais pudessem ascender.

As demais coleções exploram a temática dos agrotóxicos a fim de exemplificar os assuntos químicos explicados. Apesar de um menor desenvolvimento da temática dos agrotóxicos, sua menção já auxilia na ruptura com o ensino fragmentado e tradicional.

Cabe uma reflexão quanto a fala de Carson parafraseando Jean Rostand quanto aos abusos no uso de pesticidas químicos: “a obrigação de tolerar, de suportar, nos dá o direito de saber” quais as consequências do uso indiscriminado dos biocidas à saúde humana e do planeta (LOPES, 2012). E sob esta perspectiva de acesso ao conhecimento, que o ensino formal deve abarcar a temática dos agrotóxicos e seus desdobramentos.

## 5 Referências

- ALVES, J. P. A. F. *Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos*. São Paulo: Ananblume, 2002.
- ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 7, n. 1, p. 15–27, 2001.
- ANVISA. *Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA): Relatório das Análises de Amostras Monitoradas no período de 2013 a 2015*. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2016.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-tecnologia-sociedade: Relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 5, n. 2, p. 337–355, 2006.
- BONZI, R. S. Meio século de primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Editora UFPR, v. 28, p. 207–215, jul./dez. 2013.
- BORSOI, A. et al. Agrotóxicos: histórico, atualidades e meio ambiente. *Acta Iguazu*, v. 3, n. 1, p. 86–100, 2014.
- BORTOLUZZI, E. C. et al. Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de agudo, rs. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, n. 4, p. 881–887, 2006.
- BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 1, p. 10–15, 2012.
- BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação: Lei nº 9.394/96*. Brasília: MEC, 1996.
- BRASIL. *Compromisso pela Qualidade do Ar e Saúde Ambiental*. Brasília: [s.n.], 2009.
- BRASIL. *Política Nacional de Resíduos Sólidos: Lei nº 12.305/10*. Brasília: [s.n.], 2010.
- BRASIL. *Guia Alimentar para a População Brasileira*. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- BRASIL. *Guia de livros didáticos PNLD 2015: química: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, 2014.
- BRASIL. *Lei nº 13.301/16*. Brasília: [s.n.], 2016.
- BULL, D.; HATHAWAY, D. *Pragas e venenos: agrotóxicos no Brasil e no terceiro mundo*. Petrópolis: Editora Vozes, 1982.
- CARNEIRO, F. F. *Dossiê Abrasco. Um Alerta Sobre os Impactos dos Agrotóxicos na Saúde*. [S.l.]: Fiocruz, 2015.
- FAVILA, M. A. C.; ADAIME, M. A contextualização no ensino de química sob a perspectiva cts: Uma análise das publicações. *VIDYA*, v. 33, n. 2, p. 101–110, 2013.

FERNANDES, C. S.; STUANI, G. M. Agrotóxicos no ensino de ciências: uma pesquisa na educação do campo. *Educ. Real.*, v. 40, n. 3, p. 745–762, 2015.

FERRARI, A. *Agrotóxicos: a praga da dominação*. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1985.

FERREIRA, M. L. P. C. A pulverização aérea de agrotóxicos no brasil: cenário atual e desafios. *Revista de Direito Sanitário*, Universidade de São Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP, v. 15, n. 3, p. 18, abril 2015.

LINSINGEN, I. et al. *Introdução aos estudos CTS (Ciencia, Tecnología e Sociedad)*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos, 2003.

LOPES, A. R. S. A primavera silenciosa que sacudiu as próximas estações. *Esboços - Revista do Programa de Pós-Graduação em História da UFSC*, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 18, n. 25, mar 2012.

LUNA, A. J.; SALES, L. T.; SILVA, R. F. *Agrotóxicos: Responsabilidade de Todos (Uma abordagem da questão dentro do paradigma do desenvolvimento sustentável)*. 2011. Disponível em: <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/agrotoxicos-responsabilidade.doc>>. Acesso em outubro de 2016.

MARINHEIRO, I. S. et al. Revisão de campo: O enfoque cts em periódicos da rede nacional de educação profissional e tecnológica. *Química: ciência, tecnologia e sociedade*, v. 4, n. 2, p. 93–104, 2015.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: A compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 191–211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: Processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, v. 12, n. 1, p. 117–128, 2006.

PACHECO, A. M. et al. A importância do agronegócio para o brasil – revisão da literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, n. 19, p. 1–6, jul 2012.

PERES, F.; MOREIRA, J. C. *É veneno ou é remédio?: agrotóxicos, saúde e ambiente*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003.

PRIMAVESI, A. *Pergunte ao Solo e às Raízes (Em Português do Brasil)*. [S.l.]: Marco Zero, 2014.

QUADROS, A. L. Os feromônios e o ensino de química. *QUÍMICA NOVA NA ESCOLA*, n. 7, p. 1–4, mai 1998.

RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. *Revista Liberato*, v. 10, n. 14, p. 149–158, 2009.

RODRIGUES, A. A. Z. *Eficiência de Processamentos Químicos e Físicos na Remoção de Resíduos de Agrotóxicos em Hortaliças*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, jul 2016.

RUEGG, E. F. et al. *Impacto dos Agrotóxicos sobre o Ambiente, a Saúde e a Sociedade*. 2. ed. São Paulo: Cone editora, 1991.



SIDIVEG. *Setor de defensivos agrícolas registra queda nas vendas em 2016*. São Paulo: [s.n.], 2017. Disponível em: <<http://sindiveg.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Release-03abr2017-FINAL.pdf>>. Acesso em maio de 2017.

SOARES, W. L. *Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura*. Tese (Doutorado) — Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, mar 2010.

TURIN, J.; AIRES, J. A. Programa nacional do livro didático: um estudo sobre a escolha do livro didático de química por professores da rede pública de ensino de Curitiba. *Série-Estudos*, Campo Grande, v. 21, n. 41, p. 128–152, 2016.

UNESCO. *Ensino de Ciências: o futuro em risco*. Brasília: Edições UNESCO, 2005. (Série Debates VI).

WEINGARTNER, M. A.; ALDRIGHI, C. F. S.; PERERA, A. F. *Práticas Agroecológicas: Caldas e Biofertilizantes*. 1. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. Disponível em: <[portal.mda.gov.br/o/899751](http://portal.mda.gov.br/o/899751)>. Acesso em novembro de 2016.